

**Univerzita Hradec Králové**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra chemie**

**Videoanalýza vybraných školních  
chemických experimentů s podporou ICT**

**Disertační práce**

Autor: Mgr. Bc. Roman Hásek  
Studijní program: P1407 Chemie  
Studijní obor: DR-DCHEM – Didaktika chemie

Školitel: Doc. PaedDr. Jiří Rychtera, Ph.D.  
Konzultant: Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracoval pod vedením školitele samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne 24. března 2019

Mgr. Bc. Roman Hásek

## Poděkování

Rád bych poděkoval Doc. PaedDr. Jiřímu Rychterovi, Ph.D., za vedení, odbornou pomoc a rady při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval Prof. PhDr. Martinu Bílkovi, Ph.D., za cenné rady, připomínky a vstřícnost.

## Anotace

HÁSEK, Roman. *Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT*. Hradec Králové, 2019. Disertační práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové. Vedoucí práce Doc. PaedDr. Jiří Rychtera, Ph.D. 151 s.

Disertační práce na téma „*Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT*“ obsahuje v úvodu teoretická východiska s vymezením klíčových pojmů s důrazem na definici pojmu školní chemický experiment a na vztah experimentu a ICT. Následuje popis vývoje a současného stavu námi navržené a vyrobené pomůcky pro realizaci rychlých chemických experimentů s možností videozáznamu a následnou analýzou těchto záznamů. Mimo jiné prostřednictvím této pomůcky nahlížíme do „černé skříňky“, která „vzniká“ při rychlém průběhu chemických dějů. Navrhli jsme způsoby videoanalýzy chemických experimentů, prezentaci a využití těchto analýz, a pro tyto aktivity jsme vybrali vhodné experimenty z chemie i fyziky. V kvalitativním výzkumu v podobě případové studie posuzujeme za pomoci expertního týmu a žáků pedagogickou a didaktickou efektivitu námi navržených aktivit a jejich další možný vývoj. Významnou roli v těchto aktivitách hraje zapojení žáků do práce se záznamy a jejich analýzami v prostředí sociálních sítí. V prostředí sociálních sítí jsme sledovali dopad takových aktivit.

Klíčová slova: chemický experiment, videozáznam experimentu, videoanalýza, Black box, sociální sítě

## Annotation

HÁSEK, Roman. Video analysis of selected school chemical experiments with ICT support. Hradec Králové, 2019. Dissertation. Faculty of Science at University of Hradec Králové. Supervisor Doc. PaedDr. Jiří Rychtera, Ph.D. 151 p.

p.

The dissertation on „*Video analysis of selected school chemical experiments with ICT support*“ contains the theoretical basis with a definition of key terminology emphasising the definition of the school chemical experiment as a term and the relationship between the experiment and ICT. What follows is a description of the development and the current state of the aid designed and made to implement quick chemical experiments using video recordings followed by their analysis. By using this aid, we are able to look into the „Black box“, which occurs during chemical processes with short duration. We have proposed the types of video analysis of chemical experiments, presentation and utilization of these analysis and we have selected suitable experiments in chemistry and physics. A qualitative research in the form of a case study, carried out with the help of an expert team and students, evaluates pedagogical and didactic efficiency of the proposed activities and their further possible development. A significant role is played by involving students in working with the records and their analysis in the social network environment. We have observed the impact of these activities in the social network environment.

Key words: chemistry experiment, video recording of an experiment, video analysis, black box, social networks

# Obsah

Úvod.....	7
1 Cíle disertačního projektu.....	9
1 Teoretická východiska .....	11
1.1 Učení J. A. Komenského – předkládat učení na základě důkazu s využitím všech lidských smyslů .....	11
1.2 Pokles zájmu žáků a studentů o chemii pod kritickou mez jako fakt.....	11
1.3 Samotné zapojení výpočetní techniky již není pro žáky dostatečně motivační	13
1.4 Je nutné nastavit rovnováhu mezi reálným a virtuálním experimentem .....	14
1.5 Některé přírodní děje v chemii lze demonstrovat žákům pomocí zpomaleného záznamu a ICT .....	15
1.6 ICT a školní prostředí .....	18
1.7 Pozitivní dopad didakticky zaměřených multimédií na učení není automatický.	19
1.8 Teoretické předpoklady pro didaktické využití sociálních sítí .....	22
2 Školní chemický experiment v digitálním věku .....	29
2.1 Role ICT v rámci podpory chemického experimentu .....	33
3 Modelování procesu spalování paliv ve válci zážehového motoru .....	41
3.1 Historie .....	41
3.2 Vývoj funkčního prototypu – 4. model .....	44
3.3 Záznam experimentu v aparatuře .....	47
3.4 Technické parametry záznamu našich experimentů .....	51
3.5 Realizace, rozbor a přínos záznamů experimentů ve vytvořené aparatuře.....	54
3.6 Návrhy alternativních experimentů vhodných pro videoanalýzu realizovaných mimo vytvořenou aparaturu.....	66
4 Výzkum .....	84
4.1 Výzkumný design .....	84
4.2 Vlastní výzkum.....	90
4.3 Expertní skupina .....	92
4.4 Hospitační činnost členů expertního týmu .....	99
4.5 Analýza hospitační činnosti členů expertního týmu .....	103
4.6 Závěrečná diskuse s expertním týmem.....	108
4.7 Sociální sítě a analýza aktivit žáků na sociálních sítích .....	109
5 Shrnutí .....	127
6 Závěry.....	129
Seznam použité literatury .....	132
Přílohy.....	141

# Úvod

Uplatňování zásady názornosti je nejen v současné době jedním z hlavních požadavků moderního vzdělávání. Právě učební pomůcky nám tuto zásadu ve výuce pomáhají naplňovat. Cílem jejího uplatňování je, aby si žáci „vytvářeli představy na základě smyslového poznání skutečných předmětů, procesů a jevů, pokud možno bezprostředně, přímo nebo alespoň v jejich názorném zobrazení“ (Čadílek, Loveček, 2013).

Didaktické prostředky se obvykle dělí na materiální a nemateriální. Za představitele oblasti nemateriálních prostředků je třeba pokládat především výukové metody a organizační formy. Do skupiny materiálních didaktických prostředků spadají prvky z materiálně-technické základny výuky, tj. učební pomůcky, didaktická technika, výukové prostory, osobní potřeby žáků a učitelů aj. V četných vzájemných vazbách se didaktické prostředky formou přímého a zpětnovazebního působení výrazně ovlivňují. (Např. výukové metody jsou ve velmi těsných zpětnovazebních vztazích k obsahu, organizačním formám i materiálním didaktickým prostředkům, jsou ovlivňovány zásadami a principy a samy opět významně determinují činnosti učitele a žáků.) Vzájemné vztahy přispívají zvláště k jednotě a koordinovanému působení užitého souboru prostředků. Z hlediska vnějších vztahů je pro didaktické prostředky významná jejich vazba k podmínkám vyučování a učení, která má charakter vzájemného ovlivňování, a zvláště pak vazba k cílům vyučovacího procesu, jež jsou pro didaktické prostředky určujícím faktorem. Učitel jako řídicí subjekt vyučovacího procesu proto vybírá a aplikuje adekvátní didaktické prostředky především na základě analýzy cíle, dále s ohledem na charakter učiva, obsahové a funkční vazby prostředků a v neposlední řadě též s ohledem na komplex vnitřních a vnějších podmínek, v nichž výuka probíhá (Rambousek, 2014).

Mezi materiální didaktické prostředky lze řadit pouze takové prvky z materiálně-technické základny, které mají těsnější vazbu k obsahu nebo metodám a formám vyučovacího procesu. Patří mezi ně učební pomůcky, které se od jiných prvků systému materiálních didaktických prostředků výrazně odlišují těsností svého vztahu k obsahu výuky. Jejich vztah k obsahu je přímý a bezprostřední. Mezi učební pomůcky patří např. učebnice, modely, žákovské soupravy, školní obrazy,

promítnutá, resp. prezentovaná zobrazení, záznamy zvuků, programové aplikace apod. (Rambousek, 2014).

Disertační projekt se zaměřuje na analýzu vhodného tématu středoškolské chemie, které má vazbu nejenom na teoretický základ předmětu, ale i aplikativní charakter, tj. přesah do dalších oblastí lidského života – do techniky, ekonomie, moderních technologií a životního prostředí. Významnými kritérii pro výběr tématu je i současná nedostupnost jeho materiálního zabezpečení, dále potom určitá atraktivita tématu pro žáky a nemožnost sledovat demonstrováný proces v reálné praxi.

Volba padla na modelování průběhu děje v zážehovém motoru. Tento děj je i z hlediska atraktivity pro žáky zajímavý, neboť proběhne ve velmi krátkém okamžiku, má tedy explozivní charakter. Vzhledem k charakteru experimentu se nabízela ještě další možnost zefektivnění pozorování, a to zaznamenání průběhu běžným záznamem a záznamem s vysokou frekvencí snímků. Následná analýza realizovaného videozáznamu měla přinést další nové poznatky o zkoumaném ději a jeho výukové realizaci. Tyto aktivity spojené s videoanalýzou chceme také aplikovat na další vhodné chemické a přírodovědné experimenty a zapojit do analýzy v maximální možné míře i žáky prostřednictvím sociálních sítí.



# 1 Cíle disertačního projektu

„Motivace ke studiu přírodních věd klesá po mnoho let, což by mohlo vést k vážnému poklesu v počtu vědců a výzkumníků v oblasti přírodních věd nebo alespoň ke značnému poklesu jejich schopností. Nicméně existují nástroje, které mohou zvýšit motivaci žáků, jakož i jejich zájem o vědu. Ty mohou být použity ve škole, jakož i mimo školu (letní tábory, vědecké olympiády). V tomto směru jsou informovanost učitelů a jejich metodická podpora zásadní“ (Janštová, Rusek, 2014, s. 30–31). Hlavním cílem disertačního projektu je vytvoření, resp. zdokonalení v našich podmínkách vytvořené aparatury pro sledování explozivního průběhu hoření plynů (dále budeme používat pouze výraz „aparatura“). Aparatura musí být plně funkční, transparentní, jednoduchá, bezpečná a ekonomicky dostupná. Chceme vybrat soustavu experimentů, a to většinou rychlých a pouhým okem obtížně postižitelných, které můžeme realizovat popsanou metodikou. Většinou se bude jednat o zážeh běžně dostupných a také alternativních paliv. Experimenty chceme uskutečnit v rámci projektového vyučování se žáky pomocí kamerové a běžně dostupné techniky nebo pomocí chytrých telefonů - smatphonů. Videozáznamy budeme získávat běžným způsobem nebo způsobem s vyšší frekvencí snímků. Ty budeme následně prezentovat, popisovat, analyzovat a rozkládat na jednotlivé snímky. Výsledné materiály budeme společně se žáky diskutovat a sdílet na sociálních sítích v uzavřených skupinách. Následně budeme pomocí analýzy sociálních sítí a pomocí vědomostních testů vyhodnocovat efektivitu našich projektových aktivit.

Naše cíle jsou tedy strukturované následovně:

1. Hledání nových možností využití ICT při výuce chemie.
  - a. Analýza experimentů prostřednictvím videozáznamů.
  - b. Vytvoření aparatury pro realizaci rychlých experimentů.
  - c. Výběr experimentů s podobným charakterem pro využití popisované metodiky:
    - i. S využitím popisované aparatury.
    - ii. Další experimenty s rychlým průběhem.

- d. Uplatnění metody badatelsky orientovaného přírodovědného vzdělávání ve výuce chemie.

Výzkum.

- a. Ověření efektivity a didaktické účinnosti navrhované aparatury.
  - b. Zjištění a ověření zájmu žáků o aktivity spojené s videoanalýzou experimentů
  - c. Využití sociálních sítí jako prostředku výzkumu.
  - d. Cesty sblížení ICT se školním prostředím – smartphony ve škole.
  - e. Zvýšení právního povědomí studentů v oblasti síťové etiky.
3. Přínos navržených zařízení a uvedené metodiky pedagogické praxi (edukačnímu procesu).

# 1 Teoretická východiska

## 1.1 Učení J. A. Komenského – předkládat učení na základě důkazu s využitím všech lidských smyslů

Přestože budeme v naší disertační práci zkoumat využití technologií moderní doby, v našem případě digitálních kamer a ICT, je naším prvotním teoretickým základem učení Jana Amose Komenského. Vedle jeho obecně platných principů je to především jeho výklad experimentu jako univerzální součásti pedagogického systému. Hodnota experimentu jako důkazu je pro výuku stále neměnná, nezáleží na tom, zda se píše 16., nebo 21. století. Mění se a vylepšují jen technologie používané k jeho demonstraci a vyhodnocení.

Chemie je v tomto smyslu díky pestrosti a atraktivitě jevů, které zkoumá, na jedné straně ve výhodě, na druhé straně je náročná právě na technologické možnosti škol a učitelů.

„Výuka chemie má díky své experimentální složce velkou výhodu oproti ostatním všeobecně vzdělávacím předmětům. Ve smyslu požadavků J. A. Komenského předkládá učení na základě důkazu s využitím všech lidských smyslů a uplatněním úvahy k pochopení podstaty sledovaných jevů.

Již první učebnice chemie – Lemeryho Kurz chemie vydaný v roce 1697 – považuje chemii za demonstrační vědu, jejímž základem je experiment. Justus von Liebig ve druhé polovině 19. století poprvé zavedl experiment jako didaktickou metodu a převedl těžiště výuky z přednášek do laboratorních cvičení. Význam experimentu pro vzdělávání v chemii setrvává doposud“ (Beneš, Rusek, Kudrna, 2015).

## 1.2 Pokles zájmu žáků a studentů o chemii pod kritickou mez jako fakt

Podrobné studium příčin poklesu zájmu žáků a studentů o předmět chemie bylo další z klíčových přípravných fází pro zahájení disertační práce. Na tomto místě si můžeme dovolit konstatovat, že existuje velké množství erudovaných vědeckých studií na toto téma a nepochybně budou přibývat i další. Na jejich základech je ale možné již nyní konstatovat, že pokles zájmu o předmět chemie již překročil kritickou

mez. Je to tedy fakt a další silné teoretické východisko této disertační práce, která chce přispět k jeho změně a nápravě, ne v prvním plánu k další analýze jeho příčin.

Přes tuto skutečnost je nezbytné si připomenout alespoň nejvýznamnější argumenty z vědeckých výzkumů na téma příčiny poklesu zájmu o předmět chemie: „Přírodovědné vzdělávání je příliš akademické, teoreticky náročné, se značným rozsahem učiva a s malými možnostmi pro žáky ověřit si a využít teoretické poznatky v praxi“ (Čížková, Čtrnáctová, 2007).

„Nízký zájem a nepříznivé hodnocení chemie je často výsledkem přímého vyučování, při kterém jsou učitelé přesvědčeni, že žákům mohou poskytnout nejvíce, když jim přímo budou předkládat poznatky, které sami pokládají za důležité“ (Veselský, Hrubíšková, 2009). „Obtížnost předmětu s nutností velké dávky abstrakce“ (Höfer, Svoboda, 2005; Rusek, 2013).

„Jednou z možných příčin je výrazně rozdílná kvalita výuky na základních školách. Při přechodu na střední školu přicházejí žáci s rozdílnou úrovní znalostí a vyučující musí řešit tyto vstupní rozdíly místo toho, aby se věnoval nové rozšiřující problematice. A to na úkor aktivit, které mohou u žáků rozvíjet nebo probudit zájem o předmět“ (Hásek, Rychtera, 2015).

Příčinami nezájmu se zabýval i projekt „ROSE“, organizovaný Univerzitou Oslo v Norsku (Schreiner, Sjøberg, 2004). Řešení „Projektu ROSE“ se zúčastnilo více než 40 států, mj. i Česká republika. Zajímavým poznatkem získaným z tohoto výzkumu je skutečnost, že žáci v ekonomicky a průmyslově vyspělých zemích vykazují nejmenší zájem a motivaci ke studiu chemie (Hásek, Rychtera, 2015).

Závěrem této části je ale třeba konstatovat, že zájem o předmět chemie v posledních letech roste, především potom v souvislosti s nárůstem experimentální činnosti o hodinách, s využíváním praktických úloh a laboratorních pomůcek. Podíl na tomto zlepšování hrají i jiné nové formy výuky, například projektová výuka a badatelsky orientovaná výuka (Beneš, Rusek a Kudrna, 2015; Škoda a Doulík, 2009). Tam, kde se do výuky chemie zařazují nové prvky a metody, dále soutěže a workshopy, dochází k měřitelnému nárůstu zájemců o chemii jako takovou (Svaz chemického průmyslu, 2018)

### **1.3 Samotné zapojení výpočetní techniky již není pro žáky dostatečně motivační**

Současná generace nevnímá výpočetní techniku jako novou nebo inovativní záležitost. Proto není už zapojení výpočetní techniky dostatečně motivační. „Možnost využívat počítač při vyučování chemii k získávání, zpracování nebo zaznamenávání informací nezvyšuje zájem žáků o chemii“ (Veselský, Hrubíšková, 2009).

Také tento fakt je možné brát jako teoretické východisko. Jde o výraznou, přitom opomíjenou změnu limitu pro jakékoli úvahy o smyslu dalšího zapojování ICT do vyučovacích procesů. Přitom ještě na přelomu tisíciletí samotné zapojení ICT do výuky bylo jedním z výchozích motivačních impulzů, který měl svou funkčnost při zvyšování zájmu o předmět chemie.

Již nyní je zřejmé, že postavení ICT bude nutné ze strany pedagogů daleko přesněji cílit do určitých segmentů vyučovacého procesu. Současně bude klíčové vyvinout systematický tlak na to, aby narůstal podíl domácího ICT času věnovaného výuce na úkor využívání ICT k zábavě.

Mezi studii a projekty, které se ve výše uvedeném smyslu úspěšně snaží najít novou pozici ICT v didaktickém procesu, zaujímá významné místo velmi podnětná práce „Realizace mezinárodních přírodovědných projektů v ICT prostředí“ (eTWINNING) (Trnová, 2010). Také její autorka vychází z podobného teoretického východiska – viz 2.2. Pokles zájmu žáků a studentů o chemii pod kritickou mez jako fakt. Cituje např. v této souvislosti autory: „V současné době řeší většina zemí problém malého zájmu žáků o studium přírodních věd“ (Kričfaluši, 2006). Z našich i mezinárodních výzkumů vyplývá, že chemie patří mezi málo oblíbené předměty. Je tedy nutné hledat nové metody a formy její výuky, které by motivovaly mladé lidi ke studiu chemie (Škoda, Doulák, 2002). Autorka se také snaží tento stav nejen přijmout, ale také jej změnit. Její projekt využívající tzv. eTWINNING je velmi inspirujícím signálem.

„Během výzkumu motivačních technik ve výuce jsme provedli kooperativní akční výzkum, při kterém jsme zkoumali vliv mezinárodní spolupráce realizované prostřednictvím ICT na motivaci žáků pro studium chemie. Uskutečnili jsme mezinárodní projekt „Učíme se navzájem“, jehož cílem byla společná výuka

portugalských a českých studentů založená na používání ICT. Využili jsme již připravené ICT prostředí Twinspace na portálu eTwinning ([www.etwinning.net](http://www.etwinning.net)). Pro vlastní realizaci projektu jsou v prostředí Twinspace připraveny potřebné nástroje pro vkládání učebních materiálů, fotografií, obrázků, videí, audionahrávek apod. Virtuální třída Twinspace poskytuje také možnost komunikovat prostřednictvím chatu. Výhodou této virtuální třídy Twinspace je i její bezpečnost pro žáky. Do každého prostředí Twinspace mají přístup pouze účastníci projektu. Hlavními výsledky realizovaného kooperativního akčního výzkumu založeného na ICT byly: silná motivace žáků a učitelů při komunikaci s kolegy v cizině, týmová práce učitelů i žáků partnerských škol a aplikace zahraničních poznatků do výuky. Realizace mezinárodních přírodovědných projektů je silně motivační pro učitele i žáky a vede k rozvoji nejenom přírodovědných vědomostí a dovedností, ale i komunikačních a sociálních, podporuje tedy vytváření klíčových kompetencí“ (Trnová, 2010).

#### **1.4 Je nutné nastavit rovnováhu mezi reálným a virtuálním experimentem**

Při jakýchkoliv úvahách o zvýšení atraktivity použití audiovizuální techniky a ICT přitom musíme nadále vnímat hlasy z řad odborné veřejnosti, které apelují na nezastupitelnost základního edukačního pokusu – tedy reálného pokusu doslova před „zraky a dalšími smysly žáků“.

Někteří badatelé dokonce vidí v současné krizi reálného edukačního experimentu jednu z hlavních příčin současného nezájmu o chemii:

„Někteří didaktici chemie se ve svých příspěvcích v odborných časopisech a na konferencích vyjadřují ve smyslu soumraku až úplného vymizení reálného edukačního experimentu, případně jeho náhrady audiovizuální technikou. Realizaci mála nebo vůbec žádných pokusů ve výuce chemie zdůvodňují učitelé nedostatkem času při obsahové náročnosti výuky, malou dostupností pomůcek a chemikálií, finančními náklady na jejich pořizování, ale také nedostatečnou metodickou podporou. Řada současných vysokoškolských studentů společenských vědních oborů učitelství při dotazu, zda by si vzpomněli na nějaký pokus, který viděli nebo prováděli při výuce chemie na základní a střední škole, nevedou žádný. Přitom

právě pokusy jsou žáky označovány za jednu z nejvíce motivujících součástí výuky chemie.

Poznatky z chemie se často předávají verbálně, popř. se zápisem a výjimečně pro zpestření projekcí pokusu s využitím audiovizuální techniky. Převládá teoretický styl učení bez experimentu, který by umožňoval získání nových poznatků na základě reálných představ a pochopení učiva. Žáci ztrácejí motivaci učit se chemii a možnost nalézat cestu vlastního empirického poznání světa. Dalším významným zásahem, který vede k omezení pokusů, jsou legislativní změny v možnostech práce s chemickými látkami, zejména pokud se týká žákovských pokusů. Někteří vyučující řešili tento problém tak, že přestali pokusy provádět, dokonce likvidovali laboratoře a kabinety chemie. Absence pokusů při výuce však vede ke ztrátě názornosti, motivace žáků a v konečném důsledku pak k malému zájmu žáků o chemii“ (Beneš a kol., 2015).

Touto cestou – tedy popřením významu reálného edukačního pokusu se ale rozhodně tato disertační práce vydat nechce. V širším pohledu jde o nalezení vyváženého vztahu mezi reálným a virtuálním edukačním experimentem podporovaného ICT.

Na toto téma existují kvalitní studie, např. „Reálný a virtuální chemický experiment – současnost a perspektivy“ (Bílek, Skalická, Rychtera, Myška, 2009). Autoři na příkladech demonstrují vhodné kombinace reálného a virtuálního prostředí při podpoře experimentální činnosti žáků. Ukazují přístupy k tzv. vzdáleným měřením, vzdáleným laboratořím a virtuálním laboratořím. Práce je cenná také proto, že se zabývá přírodními vědami, konkrétně chemickým poznáváním, a že poukazuje i na problematická místa při aplikaci nových technologií do všeobecného vzdělávání.

### **1.5 Některé přírodní děje v chemii lze demonstrovat žákům pomocí zpomaleného záznamu a ICT**

Při užším pohledu na tento problém musí ale zastánci reálného edukačního pokusu připustit, že některé přírodní děje probíhají nad možnosti našich smyslů. S expanzí vědeckých poznatků v poslední době je pro účely výuky zpřístupňováno takových procesů stále více a didaktika si s nimi musí umět poradit a odstranit tak efekt Black boxu. A zde je hlavní těžiště této disertační práce – zařazení záznamů s vysokou

frekvencí snímků a jejich následná videoanalýza. Jde tedy o zpřístupnění některých běžnými smysly nepozorovatelných dějů žákům a otevřením prostoru názornosti je podřídit obecným vzdělávacím a didaktickým záměrům učitelů.

Také v této oblasti již existují kvalitní vědecké práce. Jejich množství je ale již značně zúženo úměrně s tím, o jak specifické zacílení v problému využití ICT ve výuce se jedná. Jak bylo ale naznačeno výše (viz teoretický předpoklad C – Samotné zapojení výpočetní techniky již není pro žáky dostatečně motivační), přesné cílení využití ICT do určitých segmentů výuky je nutným předpokladem k obnově motivační role ICT.

Velmi přínosná a i v zahraničním kontextu ojedinělá je práce „Výuka chemie pomocí vysokorychlostního digitálního záznamu“ (Myška, Maněna, Maněnová, Kolář, 2010).

„Pro zkvalitnění přípravy budoucích pedagogických pracovníků je třeba seznámit studenty učitelství přírodovědných předmětů s nejnovější technikou, kterou je možné využít pro zpracování výukových materiálů. Tyto materiály je následně možné prezentovat při hodině pomocí standardních multimediálních prostředků, umístit v LMS systému, popř. na www stránkách. Na trhu je možné v současné době nalézt fotoaparáty a digitální videokamery s velmi rychlým záznamem videosekvencí (až 600 snímků za sekundu). Tento záznam s vysokou frekvencí snímků je možné využít pro zpomalené promítání extrémně rychlých dějů realizovaných v chemické laboratoři. Jedná se především o různé reakce, které není možné realizovat v běžné školní třídě a jejichž průběh je velmi obtížné sledovat z důvodu velké rychlosti. Příspěvek se zabývá možnostmi využití digitální videokamery Sanyo VPC-FH1 při získávání digitálních záznamů extrémně rychlých chemických dějů a jejich integrací do výukových materiálů prezenčního a distančního studia, včetně jejich využití a možností zpracování“ (Myška, Maněna, Maněnová, Kolář, 2010, s. 60).

Jednou z nevýhod cíleného využívání ICT na segment dějů zachytitelných pouze vysokorychlostní kamerou (a následného zpracování záznamu pomocí ICT) je poměrně rychlé zastarávání užívaných technologií a také jejich cena. To klade vysoké nároky na učitele, kteří musí sledovat nejnovější technologické trendy v této oblasti a souběžně se snažit udržet rozpočtovou náročnost na pomůcky a software



v reálné úrovni finančních možností škol. Například u softwaru je třeba pečlivě sledovat uvolňování tzv. free verzí programů výrobci, využitelnost trial verzí apod.

Pro pozitivní posun teoretického východiska 2.3 (Samotné zapojení výpočetní techniky již není pro žáky dostatečně motivační) chce tato disertační práce dále napomoci tím, že se v ní pokusíme vytvořit rámec pro aktivní zapojení žáků a studentů přímo do tvorby videozáznamu za použití ICT – tedy jejich asistence při instalaci pokusu, jeho průběhu a především vyhodnocení prostřednictvím zařízení ICT, a to jak zařízení školních, tak soukromých. Prostřednictvím takového přímého spoluautorství na výsledném produktu – edukačním videu – lze naplnit další ze žadáných cílů této disertační práce – ve výsledku prodloužit čas žáků a studentů věnovaný výuce chemie prostřednictvím ICT i v domácím prostředí (tedy na úkor času využitého k zábavě).

Ke studovaným metodám, které ukazují jednu z cest k řešení tohoto problému, patří tzv. „flipped teaching“, který vychází z kombinace klasického vyučování a e-learningu. Velmi důležité je, že staví na analýze poměru času dětí a studentů stráveného ve škole a času, který věnují tématu doma u počítače, resp. tabletu.

„Základní myšlenkou je, že děti si pomocí videí nastudují téma, které budou ve škole probírat, a učitelé tak s dětmi mohou dělat například experimenty nebo dále prohlubovat jejich vzdělávání jinou interaktivní formou vyučování. Podle zakladatelů této metody by měli učitelé zajistit dostupnost svých videí, aby i děti, které nemají přístup k internetu z domova, mohly studovat, a také by výuková videa měla mít kolem 15 minut, aby nebyla příliš dlouhá“ (Khan Academy, 2015).

Zakladatelem této metody je americká KHAN ACADEMY. V České republice vzniklo v roce 2012 občanské sdružení KHANOVA ŠKOLA, které má jako česká pobočka ambici podporovat a rozvíjet u nás kombinovanou výuku. Sdružení si s oficiální podporou KHAN ACADEMY klade za cíl zajištění vhodného prostředí, ve kterém mohou instituce i jednotlivci publikovat vlastní výuková videa a rozšiřovat tak tento vzdělávací server, současně také vytváření sítě předkladatelů vzdělávacích videí, jež jsou prostřednictvím databáze KHAN ACADEMY dostupná zdarma.

Z webových stránek Khanovy školy:

„Co lze použít: krátká videa s výkladem na dané téma, natočená učiteli. Popis: profesionálové vysvětlují témata z matematiky, chemie, fyziky, informatiky, ekonomie a další. Video v angličtině jsou postupně doplňována českými titulky.

Ke dni 24. 4. 2017 jich bylo přeloženo 3400. Tato videa jsou zaměřena na samostudium, dá se z nich inspirovat pro vlastní způsob výuky“ (Khan Academy, 2015).

V záložce chemie pak lze nalézt tuto nabídku:

OBEČNÁ CHEMIE — Atomy a prvky, Radioaktivní rozpad, Elektronová konfigurace, Směsi, Periodická tabulka prvků, Výpočty složení směsí, Chemická vazba, Chemické reakce a rovnováhy a další.

ORGANICKÁ CHEMIE — Základy organické chemie, Alkany a cykloalkany, Stereochemie, Alkeny a alkyny, Halogenuhlovodíky, Substituční a eliminační reakce, Alkoholy, ethery a sulfidy, Aromatické sloučeniny, Aldehydy, ketony a karboxylové kyseliny a další ...

FYZIKÁLNÍ CHEMIE — Reakční kinetika, Ideální plyn, Spektrofotometrie, Skupenství a fázové přeměny, Infračervená spektroskopie (Khan Academy, 2015).

## **1.6 ICT a školní prostředí**

Fenomén spoluautorství žáků a studentů na tvorbě edukačního videa s sebou nese ale také nové prvky a nároky, zejména v oblasti legislativní, bezpečnostní a oblasti etické.

Také zde existuje podnětná práce, která se těmito novými problémy soustavně zabývá: Etické a bezpečnostní aspekty využívání ICT ve výuce chemie (Stárková, Rusek, 2016).

„Informační a komunikační technologie (ICT) jsou v dnešní době nedílnou součástí edukačního procesu. Při jejich používání je mimo efektivity zapotřebí zohledňovat i možná etická a bezpečnostní rizika, která s sebou využívání moderních technologií přináší. Pro učitele i žáky je důležitá znalost a důležitost pravidel bezpečného, legálního a morálního užívání ICT zejména v prostředí internetové sítě. Konkrétně jde o základní etické kodexy a legislativní rámec, ale i schopnost je správně aplikovat. Příspěvek se věnuje výsledkům dotazníkového šetření kategorizujícího učitele na základě jejich postojů k využívání ICT ve výuce chemie“ (Stárková, Rusek, 2016).

Následně provedeným šetřením autoři zjišťují, jakým způsobem inovativní učitelé zohledňují problematiku počítačové etiky a bezpečnosti ve své výuce.

Z provedeného šetření mezi pedagogy podle autorů práce vyplývá, že „ICT nacházejí ve výuce chemie své místo prostřednictvím komunikace, vyhledávání informací, nebo jen procvičování znalostí prostřednictvím online testů, aplikací nebo her. Z hlediska počítačové etiky jsou učiteli zmiňovány citace elektronických zdrojů. Další části etiky zůstávají upozaděny (např. síťová etika či autorský zákon). Bezpečnostní aspekty pak učiteli nejsou dostatečně zohledňovány“ (Stárková, Rusek, 2016).

Právě tento etický aspekt – ochrana autorských práv a zvýšení právního povědomí studentů v této oblasti – je jeden z druhotných, ale velmi významných cílů této disertační práce. Spoluúčast žáků a studentů při tvorbě edukačního videa zachyceného záznamem s vysokou frekvencí snímků předpokládá zveřejňování těchto děl v bohatých mezinárodních databázích, které existují (podrobněji v kapitole Role ICT). Žáci a studenti, kteří dosud znají tento problém spíše ze strany nezodpovědných internetových uživatelů (v rámci nelegálního stahování softwaru, hudby apod.), budou vystaveni pozici opačného legislativního pólu – tedy autorů, jichž by se jakékoliv nedovolené šíření obsahu jejich děl mělo dotknout také z tohoto úhlu pohledu. V případě edukačních videí nepůjde snad o finanční, ale o morální újmu, například neuvedení autorů při dalším sdílení videí, přivlastňování obsahu apod.

Na tomto místě je nutno zmínit, že pro naplnění výše uvedených cílů této disertační práce bylo klíčové studium a pochopení chování žáků a studentů na prostředí ICT, respektive internetu. Jde o velmi složitý fenomén, který je nutno nahlížet interdisciplinárně (psychologie, pedagogika, etika, kybernetika aj.) a jenž má svá specifika také z pohledu didaktických zájmů přírodních věd (Maněna a kol., 2010).

### **1.7 Pozitivní dopad didakticky zaměřených multimédií na učení není automatický.**

Pro formulaci tohoto teoretického východiska je velmi přínosná práce „An Integrated Model of Multimedia Effects on Learning“ australského pedagoga Andy Hede z University of the Sunshine Coast Maroochydore (Hede, 2002).

Ta totiž odhaluje, že dopady multimédií na kvalitu výuky nemusí být vždy pozitivní, ale některé nevhodně zvolené modely mohou mít nejen nulový, ale dokonce i záporný efekt.

Hede vychází z faktu, že oblast multimédií a souvisejících instruktážních technologií je po mnoho let charakterizována nekonzistentními poznatky o jejich skutečném vlivu na učení. Práce zapracovává poznatky dalších 35 studií, které došly k různým závěrům o vlivu multimediálního vlivu na kvalitu učení.

Autor nabízí model s 12 prvky, přitom některé z nich jsou postupně obměňovány jako prvky závislé proměnné a nezávisle proměnné (učitelův styl, předmět učiva, instruktážní design, vizuální efekt, sluchový efekt, pozornost žáka, jeho kognitivní angažovanost, inteligence, reflexe, paměť aj.) a mají mezi sebou různé příčinné vazby.

Hede tak předkládá popis složitých vztahů určujících dopad multimédií v různých výukových situacích (Hede, 2002).

Pro potřeby hlavního tématu disertační práce – Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT – jde o inspirující podněty pro jeden ze základních cílů – dosáhnout takových výukových situací, které budou mít maximálně pozitivní efekt na výuku chemie.

Při tomto úsilí jsme nemohli opominout také postoje kognitivní psychologie a její pohled na efektivitu multimédií ve výuce. Instruktážní video nepochybně bude vytvářet v paměti žáků vnitřní obraz (model) o fungování vnějšího světa. O efektivitě zatížení pracovní paměti žáka a dělení jeho pozornosti mezi textovou, obrazovou a zvukovou složku multimediální prezentace pojednává práce „Správa rozdělené pozornosti a redundance v multimediální instrukci“ (Kalyuga, Chandler, Sweller, 1999). Popsané pokusy se zaměřením na zkoumání kognitivního zatížení žáka jsou také východiskem pro správné rozložení textové, obrazové a zvukové složky v instruktážním videu, aby jejich případné paralelní působení nedělilo neefektivně žákovu pozornost a nebylo kontraproduktivní při zatěžování jeho paměti. V tomto smyslu jsou zavazující zejména konkrétní poznatky autorů o kontraproduktivitě paralelního užití obrazové a zvukové složky (ve formě mluveného odborného textu), přičemž mluvené slovo zasahuje lépe žákovu kognitivní paměť a souběžná obrazová složka ji v těchto případech spíše ruší.

Dalším pramenem poznání pro snahu edukačním videem maximálně posílit kvalitu výuky chemie jsou práce, které porovnávají efektivitu klasických pomůcek (tabule, učebnice, klasické modely apod.) s multimediálními prostředky (elektronické učebnice, interaktivní pomůcky, edukační videa aj.).

Ani při tvorbě edukačního videa nelze opomenout dosud funkční aparáty řízení učení klasických školních pomůcek neelektronické povahy. Na tento fakt upozorňuje práce „Porovnání aparátu řízení učení mezi klasickou a elektronickou učebnicí“ (Krotký, Mach, 2015). V kontextu sledování procesu osvojování učiva je zásadní tato studie v konkrétní inovaci aparátu řízení učení pro formu elektronické výuky. Upravuje dosud funkční prvky tohoto aparátu pro potřeby elektronické učebnice a rozšiřuje jej o nové prvky interaktivní povahy. Autoři poukazují také na obecně platné riziko, když citují své polské kolegy: „je důležité, aby technické inovace a možnosti, které nabízí speciální programy, nezpůsobily v médiu pomyslné vítězství formy nad obsahem“ (Mezer-Brelinska, Skrzypczak, 2012).

Srovnáním a analýzou výkonů studentů vzdělávaných multimediálními prostředky v krátkých modulech výuky se zabývá práce „Výkonnost a behaviorální výsledky v technologicky podporovaném učení: role interaktivních multimédií“ (Passerini, 2007). Pro potřeby naší práce lze výukové video svým rozsahem přiřadit ke krátkým modulům výuky a poznatky tohoto výzkumu je možné aplikovat lépe než sledováním efektivity výuky elektronických učebnic (viz výše), které představují delší výukové modely. Akční matice, která vyplynula z Passeriniho výzkumu, spojuje různé krátkodobé vzdělávací cíle s vybranými multimédií.

Ze stati „Ideální učebna s podporou multimédií: Perspektivy z psychologie, vzdělávání a informační vědy“ (Eskicioglu, A. M., Kopec, 2003) vyplývá další zajímavý fenomén – také multimédia mají svůj kvalitativní zlomový bod – a tím je interaktivnost. Multimédia (film, rozhlas, video) byla do jisté doby využívána pouze jako tzv. jednosměrná komunikační technologie – podporovala výklad učitele, případně dokreslovala učebnice, knihy, časopisy apod. V digitálním věku se s využitím internetu stávají multimédia obousměrnou komunikační technologií s velkými interaktivními možnostmi. Autoři poukazují na to, že multimédia tak „mají potenciál proměnit všechny aspekty akademického úsilí od výuky a učení k výzkumu a šíření znalostí“ a že „mohou být využita jako centrum pro vznikající vzorce výuky“ (Eskicioglu, A. M., Kopec, 2003).

Práce „Multimediální koncepce založené na vyváženém modelu učení. Příklady z Nizozemí“ badatele Johna Bronkhorsta představuje pohled reformní pedagogiky na informační technologie. Hledá vyváženou polohu mezi direktivním a konstruktivistickým přístupem. Pro naši práci přináší také velice cenný podnět,

když poukazuje na rizika spojená s účastí učitele v diskusi na sociální síti (nad edukačním multimediálním prvkem). Autor na základě dotazníku přichází k poznání, že pro nemalou část studentů je účast učitele v diskusi spíše rušivá. Komentáře pedagoga považují za příliš perfektní a nevnímají jej jako podnět k další diskusi. Další studenti nepřisuzují učiteli v diskusi jinou roli než hodnotitele jejich práce. Žáci se cítí lépe, pokud jsou jejich příspěvky posuzovány vrstevníky – peers (Bronkhorst, 2002).

## **1.8 Teoretické předpoklady pro didaktické využití sociálních sítí**

Od samého počátku se snažíme o maximální zapojení žáků do celého procesu experimentování s modelem a následně i o jejich účast na záznamu experimentu a analýze takových záznamů. Při vyhodnocení efektivity jsme se rozhodli zapojit prostředí, které je fenoménem současné generace a prakticky dnes neodmyslitelnou součástí života této generace – tedy sociální sítě. Umístíme tedy získané materiály do prostředí internetu, zpřístupníme je žákům i dalším subjektům v oblasti zájmu a zahájíme v tomto prostředí diskusi a budeme motivovat k této diskusi i dalším, zatím blíže nespecifikovaným aktivitám.

Při náhodném telefonickém průzkumu v Los Angeles obyvatel Kalifornie zjistil, že téměř polovina (43 procent) veřejnosti získává vědecké poznatky ve volném čase (učení volného výběru); vědecké poznatky byly získány především z důvodu osobního zájmu, potřeby nebo zvědavosti. Závěrem tohoto předběžného šetření vyplývá, že budoucí úsilí o pochopení a podporu veřejného chápání vědy bude vyžadovat přístupy, jež budou zohledňovat individuální rozdíly a jedinečnou osobní a kontextovou povahu znalostí (Falk, Storcdieck, Dierking, 2007).

Internet a sociální sítě jsou prostředím, které respektuje individualitu a osobní zájmy. Umístění edukačního videa do prostředí internetu – např. na webu nebo sociálních sítích – a zpřístupnění diskuse pro žáky vnímá tato disertační práce jako velmi zavazující moment, kterému musí předcházet pečlivá metodická příprava ze strany pedagoga.

Důsledná a soustavná analýza diskuse žáků ke konkrétnímu edukačnímu videu může dát učiteli cenné zpětné vazby a nové poznatky ke konkrétním didaktickým problémům předmětu chemie. Navíc nepochybně rozšíří sumu obecných didaktických, pedagogických a diagnostických poznatků, které pedagog získá

tzv. pasivní analýzou. Vstupem do diskuse – tedy tzv. aktivní analýzou – získá učitel také novou technologii k uplatňování didaktických a pedagogických nástrojů. Navíc zpřístupní učitelé také řadu pedagogicko-psychologických poznatků o jednotlivých žácích a kolektivu (skupině, třídě).

Vymezíme si nyní některé základní pojmy a teoretická východiska, kterými se bude řídit zpřístupnění našeho edukačního videa diskuse žáků a učitele v prostředí internetu:

Mezi základní teoretická východiska patří tato klíčová premisa:

**Diskuse žáků a učitele k edukačnímu videu** v prostředí internetu (web, blog, skupina na Facebooku, Twitteru apod.) tvoří **sociální síť** se všemi zákonitostmi, které sociální síť má. Pro sociální síť obecně platí, že ji tvoří nejméně dva účastníci. Budou-li se tedy k našemu edukačnímu videu vyjadřovat nejméně dva žáci nebo učitel a jen jeden žák, jde o pohyb na sociální síti, který dává prostor pro její analýzu.

Pro volbu metodiky při tvorbě, vedení a analýze diskuse ze strany učitele je pro výše uvedené základní východisko **tedy důležitý další zažitý pojem – Analýza sociálních sítí (social network analysis, SNA)**. Tato disciplína je v dnešní době díky komerční sféře na velmi pokročilé úrovni zejména v oblasti marketingu a politických věd. Přináší ovšem i dostatek obecně platných poznatků a nástrojů k jejich aplikaci do vzdělávacího procesu.

V zahraniční odborné literatuře (méně v české) je překvapující množství prací na téma **Analýza sociálních sítí pro potřeby výzkumu v oblasti výuky** (podrobněji dále). Ta jednoznačně tuto základní tezi – účastníci diskuse k edukačnímu videu tvoří sociální síť – jednoznačně podporuje. Prokazatelně na tom v mnoha případech staví koncepci své metodiky k analýze diskuse žáků a učitelů k e-learningových projektům.

### **1.8.1 Obecná definice analýzy sociálních sítí (SNA)**

K nejvýstižnějším patří definice Laco Toušek z Katedry antropologie (KSA), která je pedagogickým, badatelským a výzkumným pracovištěm Fakulty filozofické Západočeské univerzity v Plzni (2014):

„**Analýza sociálních sítí** (social network analysis, SNA) je přístup ke studiu sociální struktury, jehož předmětem zájmu je rozbor sociálních vazeb jedinců (v podobě tzv. „relačních dat“). Množina těchto vazeb tvoří sociální síť, v rámci které

jsou aktéři pojímáni jako vrcholy (nodes) a vazby, které je spojují jako hrany (edges). Prostřednictvím matematického vyjádření vlastností vazeb a vrcholů je možné sociální síť analyticky uchopit coby graf a podrobit ji analýze. Za tři hlavní proměnné popisující vlastnosti sítě lze považovat jejich reciprocitu, intenzitu a stálost, které jsou doplňovány o síťové atributy velikosti, hustoty, centralizace, konektivity, zakotvenosti či dostupnosti. K analýze sociálních sítí se využívají specializované počítačové programy, např. UCINET...“ (Toušek, 2014).

Miroslav Široký ve své diplomové práci Úloha ICT ve skupinové komunikaci (2014) definuje SNA blíže k jejímu fungování v prostředí ICT: „Analýza sociální sítě (Social network analysis, SNA) je mapování a měření vztahů a toků dat mezi lidmi, skupinami, organizacemi, počítači, adresami URL a dalšími souvisejícími informacemi/znalostmi subjektů. Uzly v síti jsou představovány lidmi a skupinami, zatímco odkazy (vazby) ukazují vztahy nebo toky mezi uzly. SNA poskytuje jak vizuální, tak i matematickou analýzu lidských vztahů.

Ke klasifikaci sítí a komunikace jejich účastníků je hodnoceno umístění aktérů v síti a síťové umístění od ústředního uzlu. To umožní nahlédnout do různých skupin a rolí v síti – kdo představuje konektory, odborníky, vůdce, mosty, izolátory, kde jsou shluky a kdo do nich patří, kdo je v jádru sítě a kdo je na okraji.

Analýza sítě efektivně ukazuje rozdíl mezi třemi nejoblíbenějšími hledisky hodnocení, tzv. „Centralitami“:

**Stupeň Centrality** – síťová aktivita uzlu pomocí konceptu stupňů – počet přímých spojů, které uzel má. Běžně platí „čím více spojů, tím lépe“, ale skutečně důležité je, kudy spoje vedou a jestli propojují jinak nespojené uzly.

**Vzájemnost Centrality** – popisuje složitost vztahů mezi dvěma důležitými body v síti. Uzel s vysokou vzájemností má velký vliv na to, co síť projde a co se na daném místě zastaví.

**Blížkost Centrality** – určuje, zda vzor přímých a nepřímých vazeb uzlů umožní přístup ke všem uzlům v síti rychleji než od jiného uzlu, tzn. že mají nejkratší cesty do všech ostatních uzlů – jsou blízko všem ostatním. Entity uzlu jsou ve výborné pozici pro sledování toku informací v síti – mají nejlepší přehled o tom, co se v síti děje.



**Sítová Centralizace** – Jednotlivé centrality sítě poskytnou vhled do umístění jednotlivce v síti. Vztah mezi centralitami všech uzlů může odhalit mnoho o celkové struktuře sítě.

Velmi centralizovaná síť je ovládána jedním nebo několika velkými centrálními uzly. Jsou-li tyto uzly odstraněny nebo jsou-li poškozeny, síť se rychle rozpadne do fragmentů nesouvisejících dílčích sítí. Velký centrální uzel může představovat jediný bod selhání. Sítě centralizované kolem významně připojeného rozbočovače mohou selhat, pokud je tento náhle zakázán nebo odstraněn. Rozbočovače (hub) jsou uzly s vysokým stupněm a vzájemností centrality. Méně centralizovaná síť nemá žádné jednotlivé body selhání. Je odolná oproti úmyslným útokům nebo náhodným poruchám – mnoho uzlů nebo odkazů může selhat a zbývající uzly stále umožňují dosáhnout vzájemné konektivity přes jiné cesty sítě“ (Široký, 2014).

### **1.8.2 Redefinice analýzy sociálních sítí (SNA) pro potřeby vzdělávacích procesů probíhajících v prostředí ICT – analýza sociální sítě vytvořená diskusí k edukačnímu videu**

V této kapitole se dostáváme k východiskům a ke konkrétní metodice analýzy a metodice tvarování diskuse a vzniklé sociální sítě k jednotlivým edukačním videím. Zejména zahraniční vědecká literatura se tomuto tématu překvapivě hojně věnuje a z jejího studia vyplynula některá zásadní východiska pro naši disertační práci:

Klíčový je zejména výzkum počítačového vědce Gerry Stahla, který je docentem na Vysoké škole informačních technologií na Drexel University a je zakládajícím partnerem Mezinárodního žurnálu počítačově podporovaného společného učení. Jeho práce Skupinové poznání – Počítačová podpora pro budování společných znalostí zavádí pojem **skupinové poznání (skupinové vědění) získané v prostředí ICT** a dále odhaluje zákonitosti návazné sociální sítě. A právě tímto směrem se tato disertační práce v oblasti řízené diskuse k edukačnímu videu vydala (Stahl, 2006).

Inovativní využití globálních a lokálních sítí propojených počítačů umožňuje nové způsoby spolupráce, učení a jednání. Ve skupinovém poznání Gerry Stahl zkoumá technologické a sociální rekonfigurace, které jsou potřebné k dosažení počítačově podporovaného společného poznání budování skupiny, které překračuje

hranice individuálního poznání. Počítače mohou poskytovat aktivní média pro poznávání společenských skupin, kde nápady vzrůstají prostřednictvím interakcí uvnitř skupin lidí; softwarová funkčnost může řídit diskusní skupinu, která má za následek sdílené porozumění, nové významy a společné učení. Stahl nabízí prototypy softwarového designu, analyzuje empirické příklady spolupráce a zpracovává teorii spolupráce, která jako skupinu analýz přebírá skupinu, ale nikoli jednotlivce.

Designové studie společnosti Stahl se soustředí na mechanismy na podporu skupinové tvorby, více interpretačních perspektiv a vyjednávání o skupinových znalostech v různých aplikacích, jako je vývoj společných učebních osnov učitelů, psaní souhrnu studentů apod. Jeho empirická analýza ukazuje, jak v rámci skupinové spolupráce vytváří skupina intersubjektivní znalosti, které vyvstávají a objevují se v samotném diskursu. Tento objev skupinového významu se stává odrazovým můstkem pro Stahlův obrys sociální teorie společného vědění. Stahl také diskutuje o takových souvisejících otázkách, jako jsou rozlišování mezi tvorbou smyslu na úrovni skupiny a interpretací na úrovni jednotlivce, vhodnou metodologií výzkumu, filozofickými směry teorie skupinové kognice (Stahl, 2006).

Jedním ze základních teoretických východisek této disertační práce pro oblast diskuse k edukačnímu experimentu je **Stahlův obrys sociální teorie společného vědění**, dále také jeho apel, že **v počítačově podporovaném společném učení je pedagog povinen stimulovat produktivní diskusi**, o níž Stahl tvrdí, že je **základem budování znalostí**. Pro projekt disertační práce je dalším velmi důležitým konkrétním teoretickým východiskem také jeden z opomíjených závěrů Stahlova výzkumu, jehož důležitosti si povšiml jeden z uznávaných recenzentů Stahlovy práce – Sten Ludvigsen, profesor a ředitel InterMedia, Univerzita v Oslo: *„Tato kniha ukazuje, jak **poznávání malých skupin může být základním stavebním kamenem pro individuální a kolektivní budování znalostí.**“* Tato teze posiluje záměr disertační práce spustit diskusi a analyzovat vniklou sociální síť právě malé skupiny žáků, a ukazuje tedy na relevantnost takového postupu.

Také domácí vědecké prostředí již disponuje hodnotnými studii, které komponují obecné poznatky analýzy sociálních sítí v prostředí ICT, resp. počítačem podporovaných forem společného učení, do konkrétních forem výuky. Jde zejména

o studii z roku 2012 autora Tomáše Jirsa: Počítačem podporované kolaborativní učení (UK v Praze, PedF, KITTV).

Práce upřesňuje anglické pojmy, jejich překlad a interpretaci v češtině:

„**Kolaborativní učení** je obecně styl učení ve skupině, která spolupracuje. **Spolupráce (kolaborace)** je chápána jako zapojení účastníků do koordinovaného úsilí vyřešit úkol společně.“ Členové diskutují o nejvhodnějším postupu, pomáhají si navzájem a za konečný výsledek nesou všichni stejný díl zodpovědnosti. Kolaborace se lépe hodí pro heterogenní skupiny, přičemž skupina je hodnocena jako celek. Naproti tomu **kooperativní učení** je „*aktivita, při níž je práce rozdělena mezi účastníky, přičemž každý z nich je zodpovědný pouze za svou část řešení úkolu*“ (Jirsa, 2012). To znamená, že každý student má v týmu nezastupitelnou roli, za svou vykonanou část práce je zodpovědný a může za ni být samostatně hodnocen. Kooperace se lépe hodí pro homogenní skupiny. „**Počítačem podporované kolaborativní učení (ang. Computer-Supported Collaborative Learning, CSCL)** je rychle se rozvíjející odvětví pedagogické vědy, jež se zabývá otázkou, kterak se mohou lidé vzdělávat společně s využitím počítačů. Výuka probíhá převážně prostřednictvím interakce mezi studenty. Studenti se učí vyjadřovat své otázky, sledují linie vyučovacího procesu společně, učí sami sebe a vidí, jak se učí ostatní. Odvětví zkoumá, jak ICT usnadňuje sdílení a distribuci znalostí a expertíz mezi členy kolaborující komunity, jež může oddělovat prostorová vzdálenost. Lze však na CSCL nahlížet i jako na proces konvergence, kde se lidé vzájemně přesvědčují o významech a dosahují sdílených reprezentací. CSCL nemusí mít nutně pouze podobu online komunikačního média. Skupina studentů může rovněž používat počítač pro vyhledávání informací na internetu, shromažďovat, diskutovat a prezentovat to, co našli společně. Pak nemusí mít jen podobu vzdálenou (zmníněná prostorová vzdálenost), ale může probíhat i „**tváří v tvář**“ (**face-to-face, FtF**)“ (Jirsa 2012).

„Hlavním východiskem počítačem podporovaného kolaborativního učení (CSCL) je počítačově podporovaná kooperativní práce, resp. **počítačově zprostředkovaná komunikace (ang. Computer Mediated Communication, CMC)**, tedy nepřímá mezilidská komunikace, jež je dnes umožněna masivním rozšířením osobních počítačů a dalších mobilních zařízení s přístupem k internetu. Webové aplikace umožňují například pořádání videokonferencí, čili synchronní komunikaci na dálku.

Obor, který se takovýmto typem komunikace (a rolí počítače ve skupinové práci) zabývá, je **počítačově podporovaná kooperativní práce (ang. Computer Supported Cooperative Work, CSCW)**. V návaznosti na tuto oblast se zrodilo odvětví CSCL“ (Jirsa, 2012).

Výše uvedená teoretická východiska a překlad základních anglických termínů a definic a jejich sjednocení pro české vědecké prostředí (zejména díky Jirsovi) nám umožňuje shrnout postup pro proces umístění žáky vytvořeného edukačního videa do internetového prostředí, spuštění diskuse, metodické řízení a analýzu ze strany učitele takto:

Diskuse žáků a učitele k našemu edukačnímu videu v prostředí internetu (web, blog, skupina na Facebooku, Twitteru apod.) vytvoří sociální síť se všemi zákonitostmi, které sociální síť má. Pro volbu metodiky při tvorbě, vedení a analýze diskuse budou využívány jak obecné vědecké poznatky disciplíny **analýza sociálních sítí** (social network analysis, SNA), tak konkrétní aplikace SNA pro vzdělávací proces.

Základním cílem bude zvýšit skupinové poznání (skupinové vědění) získané v prostředí ICT ke konkrétnímu učivu chemie a odhalovat zákonitosti návazné sociální sítě. Jednou ze základních inspirací bude Stahlův obrys sociální teorie společného vědění a vědecky potvrzená premisa, že i poznávání malých skupin může být základním stavebním kamenem pro individuální a kolektivní budování znalostí. V návaznosti na vědeckou terminologii bude naším cílem rozšířit poznatkový fond k pojmu Počítačem podporované kolaborativní učení (ang. Computer-Supported Collaborative Learning, CSCL).

Dalším naším hlavním teoretickým i praktickým východiskem bude teze, že počítačem podporované kolaborativní učení (CSCL) je počítačově podporovaná kooperativní práce, resp. počítačově zprostředkovaná komunikace (ang. Computer Mediated Communication, CMC). Nepřímá mezilidská komunikace je tedy umožněna využitím osobních počítačů a dalších mobilních zařízení s přístupem k internetu.

## 2 Školní chemický experiment v digitálním věku

Přestože jsou školní chemické experimenty tak častým tématem výzkumu, jeví se jejich efektivní interpretace jako stále nedořešený a možno říci i nekončící problém. V současnosti se významné perspektivy nabízejí v procesech spojených s digitalizací získávaných dat, ty ale budou vyžadovat pravděpodobně využití některých nestandardních postupů a především odlišnou koncepci použitých technických systémů, např. rychloběžné kamery, termokamery apod. A to je problematika, kterou se chceme zabývat (Hásek, Rychtera, 2014).

Experiment představuje jeden ze způsobů získávání a osvojování si nových poznatků žáky. Lze ho chápat jako záměrně vyvolaný proces, ve kterém jsou cíleně ovlivňovány podmínky a následně prováděno vyhodnocení jeho průběhu nebo výsledku. Školní experiment je činnost žáků nebo učitele, při které je aktivně a relativně samostatně poznávaná studovaná skutečnost prostřednictvím ovlivňování podmínek a následného vyhodnocení průběhu nebo výsledku (Dostál, 2013).

V některých případech je i v rámci oborových didaktik experiment vnímán jako synonymum k termínu *školní pokus*, viz např. (Pachman, Banýr, Borovička, Halbych, 1982). Průcha a kol. uvádí v pedagogickém slovníku pojem *experiment ve školním vyučování*, který je definován jako pokus, v němž žáci, zpravidla pod vedením učitele, provádějí pozorování určitého jevu, jeho průběh a výsledky zaznamenávají a hodnotí (Průcha a kol., 2009).

Provedli jsme analýzu několika publikací, např. Kašpar a kol. (1978), Bílek (1997), Škoda a Doulík (2009), Onderová (1997), Böhmová a Šulcová (2007) a vybrali jsme hlavní zásady pro realizaci školních experimentů:

- Experiment musí souviset s obsahem učiva.
- Experiment musí být předem přezkoušen a musí být odhalena všechna jeho rizika.
- Žáci musí být před experimentem seznámeni s nebezpečností použitých materiálů a látek, nesmí být tedy ohroženi.
- Při demonstraci experimentu učitel eliminuje činitele rušící pozornost a musí docílit udržování pořádku.
- Experiment musíme didakticky zdůvodnit.

- Experiment musí odpovídat materiálnímu vybavení školy.
- Experiment musí být přiměřený znalostem a dovednostem žáků.
- Učitel musí umět experiment provést a didakticky podat.
- Pokud je to žádoucí, je vhodné použít záznamovou a projekční techniku pro zajištění kvalitnější vizualizace pokusu.

Školní chemický experiment lze rozdělit dle forem:

- 1) Podle vnějších forem vyučování.
  - a) povinná – hodina základního typu – laboratorní cvičení – terénní cvičení,
  - b) volitelná – semináře, cvičení,
  - c) nepovinná – zájmové kroužky – chemická olympiáda – středoškolská odborná činnost,
  - d) domácí.
- 2) Podle vnitřních forem vyučování.
  - a) demonstrační – na laboratorním stole – promítaný zpětným projektoem – promítaný pomocí ICT (dataprojektor, interaktivní tabule),
  - b) žákovské na stejných úlohách – frontálně – simultánně – na různých úlohách – částečně – různě, samostatně.
- 3) Podle gnozeologického hlediska.
  - a) zjišťující – potvrzující, vysvětlující – ověřující – odporující – problémový,
  - b) doplňující – ilustrující – aplikující – reprodukcující.
- 4) Podle fáze vyučování.
  - a) motivační,
  - b) osvojovací při zpřístupňování učiva – uváděcí,
  - c) při upevňování a kontrole – shrnující – navazující – kombinovaný.
- 5) Podle exaktnosti práce a hodnocení výsledků.
  - a) kvalitativní,
  - b) kvantitativní – vyhodnocované písemně – vyhodnocované elektronicky.
- 6) Podle množství použitých látek.
  - a) makrotechnika,

- b) semimikrotechnika,
  - c) mikrotechnika.
- 7) Podle vstupních látek.
- a) pokusy s čistými látkami (prvky a sloučeninami),
  - b) pokusy se směsmi – školní – domácí – terénní.
- 8) Podle převládající laboratorní techniky.
- a) rozpouštění,
  - b) filtrace,
  - c) zahřívání,
  - d) destilace apod.
- 9) Podle oboru.
- a) z anorganické chemie,
  - b) z organické chemie,
  - c) z biochemie,
  - d) z analytické chemie,
  - e) z fyzikální chemie.

Řada pokusů splňuje více hledisek najednou, takže jejich zařazení není neměnné (Kolář, 1993; Pachman, Pospíšil, 1991).

Chemický experiment je, jak je všeobecně známo, jedním ze základních prostředků poznávání. Tuto funkci plní proto, že je pro poznávající subjekt zdrojem informací nezbytných pro aktivní percepci, která je považována za nezbytnou součást poznávacího procesu. Zvolský (1994) definuje percepci „jako proces organizace a interpretace sensorických dat, a to na základě jejich kombinací s výsledky předchozích zkušeností“. Zdůrazňuje, že „nejde o statický děj, ale o děj aktivní, spojený s činností seřazovací, pozorovací, vyhodnocováním podnětů z analyzátoru za pomoci paměti“ (Zvolský, 1994).

Zmiňovaný proces organizace a interpretace sensorických dat je vázán, jak je patrné z definice, na předchozí zkušenosti a logicky také souvisí s množstvím informací, které sensorický prostor subjektu spoluvytvářejí. Lze předpokládat, že žák základní školy, který s chemií začíná, vnímá stejné situace jinak než pokročilý student. Výběr a vyhodnocování vnímaného souboru informací žákem nemůže být v takovém případě bezprostřední, samovolné, ale je třeba jej cíleně řídit, případně regulovat. Samozřejmostí pro takovéto řízení je nenásilná a citlivá organizace

percepční činnosti, protože v opačném případě zcela paradoxně efektivita klesá. Kulič (1980) k této problematice uvádí soubor základních charakteristik podnětů a jejich časoprostorové vztahy, které mají být předpokladem efektivního poznávání. „Jsou to např. síla (intenzita) podnětu, některé jeho kvalitativní vlastnosti (barva, vůně, tvar, zabarvení hlasu) i jejich kombinace a vzájemný vztah – především známe kategorie podobnosti a kontrastu. Účinnost podnětu souvisí také s jeho novostí a „zvláštností“, ale také závisí na motivačním a citovém působení na žáka. V neposlední řadě o účinnosti podnětových situací rozhoduje jejich časoprostorové uspořádání, jejich organizace v prostoru a čase zvláště z hlediska možnosti dotyku, tj. současného, případně blízkého výskytu“ (Zvolský, 1994).

Chemický experiment, považovaný za základní prostředek poznávání, za základní zdroj informací, je v souladu s výše uváděnými poznatky na informace bohatý. V zájmu efektivity percepčních procesů je třeba celý proces interpretace experimentu řídit, aby žák odlišil informace podstatné od nepodstatných a byl tak schopen objevovat principy zkoumaných dějů, odrážejících se následně v praktické aplikaci poznání. Je všeobecně známo, že interpretace experimentu je po stránce metodické dostatečně rozpracovaná a spočívá ve vymezení jeho cíle, v realizaci přípravné fáze jak po stránce technické, tak didaktické, ve vlastním provedení experimentu a vyvození závěrů. S ohledem na řízení percepčních procesů je však třeba v průběhu vlastní interpretace vymezit tzv. informační centrum. Informačním centrem rozumíme tu část aparatury nebo senzorního prostoru poznávajícího subjektu, kde se odehrávají podstatné změny, nezbytné pro pochopení principů zkoumaného děje. Přímé vymezení informačního centra provádíme zpravidla slovně, prostřednictvím didaktické techniky, případně neverbální cestou, např. ukážeme na místo probíhajících změn apod. Z hlediska pedagogické efektivity je však vhodnější nepřímé vymezení informačního centra. Spočívá ve výběru návodných otázek, které vedou poznávající subjekt k samostatnému objevování a vymezení centra informací. Vlastní proces vymezování popisovaného centra uskutečňujeme zpravidla v průběhu přípravné fáze interpretace experimentu. Celý proces lze pak označit jako přímou, nebo nepřímou specifikaci informací.



## **2.1 Role ICT v rámci podpory chemického experimentu**

### **2.1.1 Širší pohled na aplikace ICT při podpoře školního chemického experimentu**

Mnoho prací, výzkumů a směrů cílí na možnost výzkumů na využití počítačů ve výuce chemie (Bílek, 1997, 2001, 2005; Brestenská, Nagy, Ganajová, 2003; Bilani, Marechal, 2006).

Přes rychlý vývoj ICT a jejich relativně krátkou historii má již dnes didaktika základní definice a neměnná obecně platná východiska pro tuto oblast. Ta nejsou závislá na dalším technologickém vývoji ICT – na rozšiřování možností a zlepšování technických parametrů zařízení ICT. Především jde o základní pravidlo, že jakékoliv zařízení ICT nesmí být v chemii a chemickém experimentu hlavním předmětem výuky – musí být pouze didaktickým prostředkem. Toto jednoduché tvrzení musí v didaktice chemie odolat jakýmkoliv novým technologickým vymoženostem ICT, byť budou jakkoliv lákavé pro žáky, studenty i učitele.

„Počítač by neměl být používán tzv. „sám pro sebe“, ale měl by sloužit jako didaktický prostředek k objasňování a prohlubování získávaných poznatků s důrazem na zvýšení efektivity dané vyučovací metody. Pozorování, měření a experiment na jedné straně a modelování na straně druhé by tak měly být hlavními oblastmi počítačové podpory výuky přírodovědných předmětů (chemie)“ (Bílek, 2011).

Zjednodušeně řečeno – chemický experiment by neměl být založen na demonstraci možností nejnovějšího hardwaru nebo softwaru, který bude pouze naplňován reáliemi a daty z chemie. Hlavním předmětem experimentu bude vždy chemický jev, který pomocí nového hardwaru nebo softwaru bude jen názorněji demonstrován, přesněji budou změřeny veličiny, bezpečněji budou snímána zájmová data, pomocí zařízení ICT bude lépe přístupný diskusi apod.

„Využití ICT ve výuce chemie můžeme vnímat na dvou úrovních. První z nich je v obecné rovině společné všem (nebo alespoň většině) oborům. Do této oblasti patří běžné nástroje jako kalkulačka, textový a tabulkový editor, nástroje pro vyhledávání a ukládání informací, pro získávání či editování grafických dat nebo v neposlední řadě applety nebo mobilní aplikace obecného využití. Druhá z úrovní je oborově specifická. Zde se uplatňují silné mezipředmětové přesahy především v rámci

přírodovědných předmětů. Na tuto úroveň můžeme řadit applety či aplikace pro mobilní telefony, dále pak různé sondy, čidla apod. Co se senzorů a čidel týče, chemie má zvláštní postavení. Pro zkoumání jevů náležících do oboru nepostačuje siloměr nebo mikroskop. K dispozici jsou pouze čidla, která jsou pro žáky spíše Black boxem a potlačují tak základní princip experimentu – transparentnost. Je jich proto zapotřebí užívat s rozvahou a být připraven/a na dotazy zvědavějších žáků, kteří se nespokojí s údajem, který jim poskytne záhadná černá krabička“ (Rusek, 2015).

S vědomím obecně platných principů ale nesmíme v žádném případě vyvolat u žáků a studentů dojem, že ICT jsou odsouvány mimo hlavní vzdělávací plány. Ostatně by to nebylo ani možné, a to minimálně ze dvou důvodů: Přední světové univerzity dávají žákům jasně najevo, že s jejich neformálními znalostmi a samovzděláváním v oblasti ICT počítají a v neformálním internetovém prostředí jejich aktivity motivují.

„O tom, že informační a komunikační technologie (ICT) jsou a v horizontu dalších dekád zůstanou součástí vzdělávání netřeba polemizovat. Neformální i informální vzdělávání již s naprostou samozřejmostí využívá možností, které ICT nabízí. V nejprostší podobě je to přístup na internet, ať již z domácího či pracovního počítače, notebooku nebo z mobilního zařízení (tablet, chytrý telefon). Funkce webu 2.0 naplno využívají stále populárnější masivní otevřené online kurzy (MOOC) nabízené mj. předními světovými univerzitami jako je Harvard, MIT, Cambridge nebo Oxford. Možností učit se je tak zdánlivě větší, než kdykoli před tím“ (Rusek, 2015).

Druhým důvodem je skutečnost, že žáci a studenti se sami vzdělávají v samotné oblasti ICT nezávisle na motivaci a korekci ze strany škol. A překvapujícím zjištěním také je, že se samovzdělávají prostřednictvím ICT, a to také oblasti přírodních věd, včetně chemie, a zdá se, že daleko více, než jsme předpokládali a než jsme ochotni si připustit. Formální vzdělání tak má vzhledem ke své těžkopádnosti značné problémy v tomto trendu žákům a studentům stačit.

„U vyučování formálního však situace není tak optimistická. Školství jako soukolí, jehož rozpohybování trvá vždy nejméně od impulsu přes legislativní schválení, implementaci do přípravy učitelů či dalšího vzdělávání učitelů, stále nejde s dobou. Přestože se situace od projektů INDOŠ (Internet do škol) značně posunula (na školách jsou již poměrně standardně interaktivní tabule a dataprojektory v alespoň

několika třídách, školy zpravidla disponují jednou nebo více PC učebnami, učitelé jsou vybavováni notebooky nebo tablety, školní pomůcky se rozrůstají o senzory připojitelné k počítači), využívání technologií v edukačním procesu není tak přirozené jako v případě neformálního a informálního vzdělávání. Zaběhnuté koleje vzdělávání jako by nedovolovaly organicky reagovat na možnosti, které v současnosti jedinec, který se rozhodl vzdělávat, má.

Zajímavou zprávu o pozici ICT v českém školství podává i šetření ICILS (International Computer and Information Literacy Study) prováděné IEA (Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání), známou především šetřeními PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study) a TIMSS (Trends in Mathematical and Science Study). Testování ICILS proběhlo v roce 2013 v 21 zemích na 14letých žácích. Hodnoceno bylo: (1) používání počítačů jako takové, (2) získávání informací a jejich posuzování, (3) zacházení s informacemi, (4) přetváření informací, (5) vytváření informací, (6) sdílení informací, (7) bezpečné používání informací. Úroveň těchto schopností považovaná za počítačovou informační gramotnost byla vyhodnocena dvojím způsobem. Prvním bylo seřazení účastníků na škále s průměrem 500 dosažených bodů, druhým pak rozdělení žáků do dovednostních úrovní vycházejících ze zmíněné škály.

Čeští žáci v tomto šetření obsadili dělené 1. a 2. místo. To se zdá jako dobrý výsledek do chvíle, než se důkladněji podíváme na faktory, které jejich výsledky ovlivňují. Dívky ve většině zúčastněných zemí dosáhly lepšího výsledku než chlapci. Po vzoru dalších mezinárodních testování byl prokázán i vliv úrovně vzdělání rodičů na výsledek žáků. Zjištěn byl i pozitivní vliv vybavenosti domácností počítači. To je vzhledem k zjištěným informacím překvapivé, protože samotná přítomnost ICT v domácnosti sice zajišťuje bod (1) – schopnost používání počítače, nezaručuje ale, že je bude žák užívat k činnostem, jako je bezpečné používání informací nebo jejich sdílení. Čeští žáci (především dívky) svou počítačovou a informační gramotnost podceňovali. I to naznačuje, že žáci pravděpodobně pod schopností ovládat počítač a pracovat s daty vnímají něco jiného, než bylo testováno. **Nejzásadnějším zjištěním však je, že k výsledku na špičce testovaných států žákům České republiky nepomohla škola. Naučili se je sami.** Pokud přijmeme cíle testování ICILS za cíle ICT vzdělávání, vede nás to k závažnému zamyšlení se nad smyslem existence školního předmětu, který neplní své cíle“ (Rusek, 2015).

Jedním z velmi zajímavých podnětů vedoucích k nápravě této situace je využití koncepce BYOT (Bring Your Own Technology – Přines si svůj vlastní přístroj). Martin Rusek z ní ve výše uvedeném článku vychází při koncepci konkrétního experimentu. Prvky systému BYOT jsou také v mnohém využitelné při koncepci experimentů, které popisuje tato disertační práce.

Systém BYOT přehledně popisuje Bořivoj Brdička ve studii Noste si vlastní přístroje!:

„Dnes je u mnoha pracovních činností naprostou samozřejmostí, aby se zaměstnanec pohyboval z místa na místo nebo aby podstatnou část své práce dělal z domova. Ke slovu tak přicházejí mobilní technologie. I tyto je samozřejmě možné spravovat centrálně, a snadněji tak zajistit bezpečnost dat. Stále častěji se však můžeme setkat s tím, že zaměstnanci používají své vlastní přístroje a veškerá firemní data jsou uložena v internetových cloudech. Situace ve školství je nápadně podobná. Využití stolních stacionárních počítačů má význam jen ve výjimečných případech, kdy předmět výuky přímo souvisí s ICT nebo vyžaduje specializovaný software. Jinak se též prosazuje přístup, kdy žák pracuje na úkolech kdykoli a odkudkoli.

Podle posledních údajů Českého statistického úřadu jsou dnes u nás (a nejen u nás) již vlastně všichni mladí lidé uživateli mobilů i internetu. Navíc zjevně dochází k velkému boomu ve vybavování dětí tablety. Proto je zcela na místě i při neexistenci jednotné koncepce uvažovat o tom, jak této skutečnosti využít ke zlepšení výukových výsledků našich žáků. Paralela s využitím vlastních přístrojů pro práci v podnikové sféře se přímo nabízí. Naše čtenáře jistě nepřekvapí, budou-li konstatovat, že se ve světě řešením této problematiky zabývá již značné množství lidí. Akronym BYOT (Bring Your Own Technology) se rychle zabydluje i v oblasti školství. Určitě stojí za to se blíže seznámit s tím, co obnáší.

Podívejme se na zkušenosti ze škol v zámoří, které již model BYOT používají. Třeba ředitel New Milford High School z New Jersey Eric Sheninger referuje o experimentu s používáním vlastních žákovských zařízení jako o velkém úspěchu. Začali s ním v minulém školním roce /2011/ jako s pilotním projektem u starších žáků a letos ho rozšířili na celou školu. K nejdůležitějším závěrům patří fakt, že žáci změnu přivítali a jejich zájem o výukové aktivity se významným způsobem zlepšil.

Zde je několik hlavních zásad, které Milfordští aplikovali:

- Je třeba změnit způsob vnímání toho, k čemu se mobily i osobní přenosné počítače používají. Žáci musí pochopit, že se jedná o nástroje vzdělávací. Je vhodné o nich zásadně mluvit jako o „mobilních vzdělávacích zařízeních“.
- Při použití ve třídě se musí učitel ujistit, že je aktivita spojena s konkrétním výukovým cílem.
- Je důležité mít přehled o tom, jak jsou jednotliví žáci vybaveni. Podle individuálních možností je třeba nastavovat úkoly a vytvářet dvojice či pracovní skupiny.
- BYOT je vhodné propojit s existujícím vybavením školy. Je-li např. k dispozici 20 přenosných počítačů a třída má 25 žáků, stačí, když vlastní zařízení použije pouze 5 z nich.
- Je třeba vybudovat dostatečnou infrastrukturu zabezpečenou proti zneužití (založenou typicky na wifi), která bude použití osobních zařízení v prostorách celé školy podporovat.
- Učitelé schopní vhodné implementace technologií do výuky musí mít dostatečnou podporu a musí dostat možnost dalšího odborného růstu.
- Na žáky pohlížejte jako na mládež 21. století. Technologie běžně mimo školu používají, tak proč jim to nedovolit i ve škole?
- Způsob používání osobních zařízení ve škole musí upravovat školní řád. Jednání, jež je v rozporu, musí být sankcionováno. Je ale důležité si uvědomit, že případy, kdy se žáci během hodiny věnují jiným činnostem, než mají, jsou většinou důsledkem špatně naplánované a vedené výuky.
- Podporujte využití osobních zařízení k výukovým účelům i mimo vyučování. V Milfordu údajně došlo k výraznému snížení případů problematického chování žáků v souvislosti s růstem aktivit realizovaných jako doplněk výuky během volného času přímo ve škole.

Použití vlastního zařízení ve výuce má ještě další důležitý přínos. Žáci jsou s prostředím na ně nastaveným daleko lépe obeznámeni a mohou si ho snáze upravit podle osobních potřeb. Proto se mnohem snáze soustředí na to, co mají dělat, místo aby se zabývali tím, jak. Dochází k posílení vnímání výukových aktivit jako procesu vlastněného žákem samotným, nikoli jako něco cizího, vyžadovaného

institucí. E-learningový expert z anglického Sheffieldu Dick Moore je zcela přesvědčen, že BYOT model vede ke zlepšení výukových výsledků“ (Brdička, 2012).

## **2.1.2 Užší pohled na aplikace ICT ve školním chemickém experimentu – konkrétní hardwarové a softwarové nástroje**

### **2.1.2.1 ICT jako podpora pro měření a zpracování dat**

„Aplikace počítače při podpoře přírodovědného experimentu přichází v úvahu ve dvou základních oblastech: počítačové zpracování dat jako základ pro modelování přírodovědných jevů a počítačové zpracování dat jako základ pro přímé spojení experimentu s počítačem“ (Bílek, 2011).

„Využití informačních a komunikačních technologií (ICT) nebo krátce počítačů ve výuce chemie jako všeobecně – vzdělávacího předmětu na různých úrovních školského systému představuje zvládnutí různých typů softwaru a hardwaru určených nebo vhodných pro výuku chemie, jejich zařazování do přípravy, realizace a hodnocení výuky konkrétního učiva.

Vhodný hardware a software a hlavně náměty, jak je využít v každodenní pedagogické činnosti se většinou dají rozdělit do následujících oblastí:

- Využívání kancelářského softwaru pro přípravu a realizaci vybraných partií výuky chemie (textový a tabulkový editor a prezentační software ve vazbě na chemické editory).
- Využívání služeb internetu (e-mail a WWW) se zdroji chemických informací pro přípravu a realizaci vybraných partií výuky chemie.
- Koncipování, realizace a hodnocení výuky chemie s použitím tutoriálního výukového softwaru (počítačového výukového programu s chemickou tematikou).
- Využívání počítačových modelů (např. molekul) a simulací (např. laboratorních přístrojů a metod).
- Využívání hardwaru a softwaru k realizaci počítačem podporovaného školního chemického experimentu.

Z hlediska metodologických aspektů chemie a její výuky má největší význam počítačová podpora empirických (pozorování, měření a experiment) a teoretických (modelování) nástrojů chemického/přírodovědného poznávání“ (Bílek 2011).

### **2.1.2.2 ICT (školní, domácí) pro tvorbu edukačního videa, jeho zpracování, hodnocení, umístění a spravování v prostředí internetu, vytvoření podmínek pro diskusi**

Jeden z hlavních pilířů této disertační je vytvořit didaktickou platformu pro aktivní spolupráci žáků a studentů při tvorbě výukového videa (spoluautorství), jeho umístění do prostředí internetu s navazující domácí částí výuky. Pro potřeby koncepce naší disertační práce však využití ICT jako podpory pro měření a zpracování dat tedy nestačí.

Jedním z našich cílů v tomto smyslu je, aby zmíněná didaktická ICT platforma byla pokud možno co nejvíce kompatibilní (ideově, ale i v konkrétní hardwarové i softwarové podpoře) i s jinými pedagogickými projekty v oboru chemie.

Obrázky a animace pomáhají oživit vědecké principy a multimédia umožňují studentům aktivněji se učit: mohou sledovat experimenty v akci, vidět blíže mikroorganismy a pomocí myši nebo klávesnice navigovat obrázky, simulace a interaktivní materiál. Jednou z výhod používání multimédií je rychlé a efektivní předávání informací všem studentům a povzbuzování jejich zájmu o učení (Zimmer, 2003).

Tuto podmínku ideálně splňuje Vzdělávací projekt RESTART – Výuka chemie s podporou ICT (Restart, 2014).

Projekt RESTART předkládá dostupné (a pokud možno i bezplatné) konkrétní nástroje ICT využitelné pro potřeby výuky chemie a tvorbu chemického experimentu. Podstatné ale také je, že je šířen prostřednictvím lektorského školení pro učitele. Tyto okolnosti dávají slibný předpoklad k tomu, aby byly závěry mé disertační práce a mnou popisované experimenty kompatibilně implementovány do výuky i dalších učitelů chemie.

Autoři projektu RESTART o programu uvádějí: „Cílem vzdělávacího programu je seznámit účastníky s využitím programů kancelářského balíčku a výukových programů, které využívají multimédia při přípravě vyučovacích hodin a hodin laboratorních prací. Důležitou součástí jsou programy a online aplikace, které umožňují testování žáků a zároveň jejich autoevaluaci“ (RESTART, 2014).

„Lektor s účastníky projde aktuální nabídku pro chemii a účastníci si individuálně některé pokusy na videu zhlédnou, hodnotí, zda je reálné pokus provádět ve škole,

resp. vhodnější použít videozáznam. Účastníci si doplní sdílenou knihovničku a odkazy na zajímavé pokusy z webu“ (RESTART, 2014).



## 3 Modelování procesu spalování paliv ve válci zážehového motoru

### 3.1 Historie

#### 3.1.1 Exploze palivové směsi – 1. model

V učebnici „Chemie se nebojíme“ (Los, Hejsková, Klečková, 1997) je popsán pod názvem „Exploze palivové směsi“ následující pokus: „Z lepenky zhotovíme válcovitou nádobu o obsahu cca 750 cm<sup>3</sup> a opatříme ji víkem. Asi 1,5 cm ode dna vyřízneme otvor o průměru 0,5 cm. Do lepenkové nádoby dáme několik kousků korku a na ně pomocí kapátka nakapeme asi 5 cm<sup>3</sup> benzínu. Nádobu uzavřeme víkem a důkladně protřepeme. Tím vytvoříme směs vzduchu a benzínových kapének. Nádobu postavíme na stůl a otvorem u dna směs zapálíme. POZOR! Otvor pro zapálení ani víko nádoby nesmějí směřovat do prostoru, kde se pohybují ostatní spolužáci nebo jiné osoby!“ (Los, Hejsková, Klečková, 1997).



Obr. 1: Exploze palivové směsi (Los, Hejsková, Klečková, 1997)

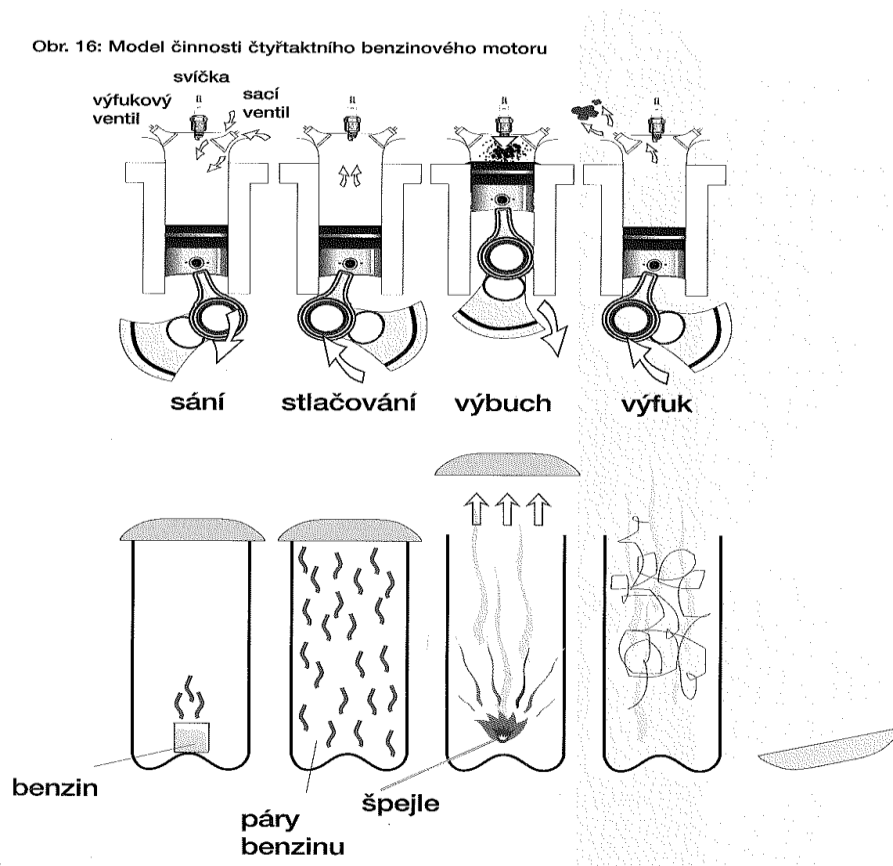
Popisovaný experiment je velmi jednoduchý, bezproblémově jej lze realizovat a pohyb víka po zažehnutí směsi prokazatelně demonstruje úlohu benzínových par v zážehových motorech. Žákům ji charakterizujeme jako funkci „pracovní“. Vzpomínaný pohyb víka mohou žáci jednoznačně pozorovat, utajeno jim však zůstává vlastní hoření benzínových par. To je skryto za neprůhlednou stěnou lepenkové válcovité nádoby. Popisovaná aparatura tak vykazuje tzv. efekt Black box (efekt černé skříňky) a poznávající subjekt tak je nucen uplatnit **myšlenkový vhled**

do pozorovaného děje. Ten nemusí být adekvátní sledovanému průběhu, závisí to na věku a předchozích zkušenostech poznávajícího subjektu. Nabízí se tedy jednoznačně taková úprava experimentální aparatury, která by umožnila uskutečnění i **vizuálního vhledu** do ověřovaného děje.

### 3.1.2 Upravená aparatura – 2. model

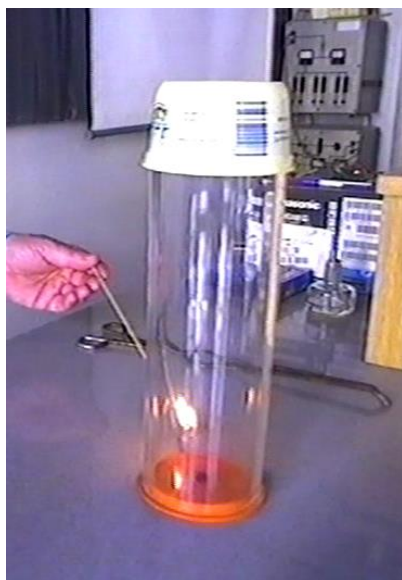
Experimentální podpora vizuálního vhledu do průběhu děje si vyžádala drobnou úpravu použité aparatury. Místo neprůhledné válcovité nádoby z lepenky jsme použili průhlednou PET láhev, které jsme odřízli vrchní část. Prostor jsme zaplnili parami benzínu odpařováním po dobu 5 minut z 50ml kádinky. Pokus je podrobněji popsán v Bílek, Rychtera (2000) a schematicky je znázorněn na obr. 2. Obrázek na podporu myšlenkového vhledu do sledovaného děje je obohacen o komparaci se schématem činnosti zážehového motoru (viz obr. 2).

Vzhledem k tvarovým změnám, které byly patrné na popisované aparatuře po vyhoření benzínových par a které souvisejí s tepelným namáháním aparatury, byla



Obr. 2: Model činnosti zážehového motoru (Bílek, Rychtera, 2000)

PET láhev později nahrazena silnostěnnou válcovitou nádobou z polymethylmetakrylátu (plexiskla). Její odolnost vůči tepelnému namáhání je vzhledem k síle stěny taková, že ji lze používat téměř bez omezení. Domníváme se, že vzhledem k malé dostupnosti tohoto materiálu by šlo využít i válcovité nádoby skleněné, kde by problémem bylo pouze vyvrtání otvoru pro zapálení benzínových par.



Obr. 3: Zapálení směsi špejlí v silnostěnném válci z PMMA (foto autoři)

### 3.1.3 Upravená aparatura – 3. model

Aby aparatura co nejlépe modelovala funkci zážehového motoru, byla následně nahrazena špejle, sloužící pro zapalování benzínových par ve válci, zapalovací svíčkou a indukční cívkou tak, jak je tomu u skutečného motoru (viz obr. 4) (Hásek, Rychtera, 2016).



Obr. 4: Model doplněný o elektrickou zapalovací svíčku (foto autoři)

### 3.2 Vývoj funkčního prototypu – 4. model

Technické drobné úpravy dosud uskutečněné na historické aparatuře přiblížily model realitě. Tím, že jsme je označili za drobné, však naznačujeme, že popisované úpravy nebyly cílem zefektivnění, ale jeho prostředkem.

Nejvýznamnější v tomto smyslu slova je umožnění vizuálního vhledu do vlastního průběhu hoření. Nahrazení neprůhledného kartonu plexisklovou válcovitou nádobou umožnilo nejen pozorování okamžiku zážehu, ale i pozorování celého, velmi rychlého průběhu spalování.

I přes provedené úpravy jsme stále nebyli spokojeni. Přidáním elektrického zapalování jsme model přiblížili realitě, ale za cenu komplikovaného a těžkopádného přídavného zařízení v podobě zdroje, transformátoru a kondenzátoru. Nejenom se zvýšila hmotnost a prostorová náročnost, výrazně se také zvýšily pořizovací náklady a náročnost sestavení takové aparatury.

Stanovili jsme si tedy nový cíl, a to aparaturu dále zdokonalit do stavu, který by splňoval následující parametry:

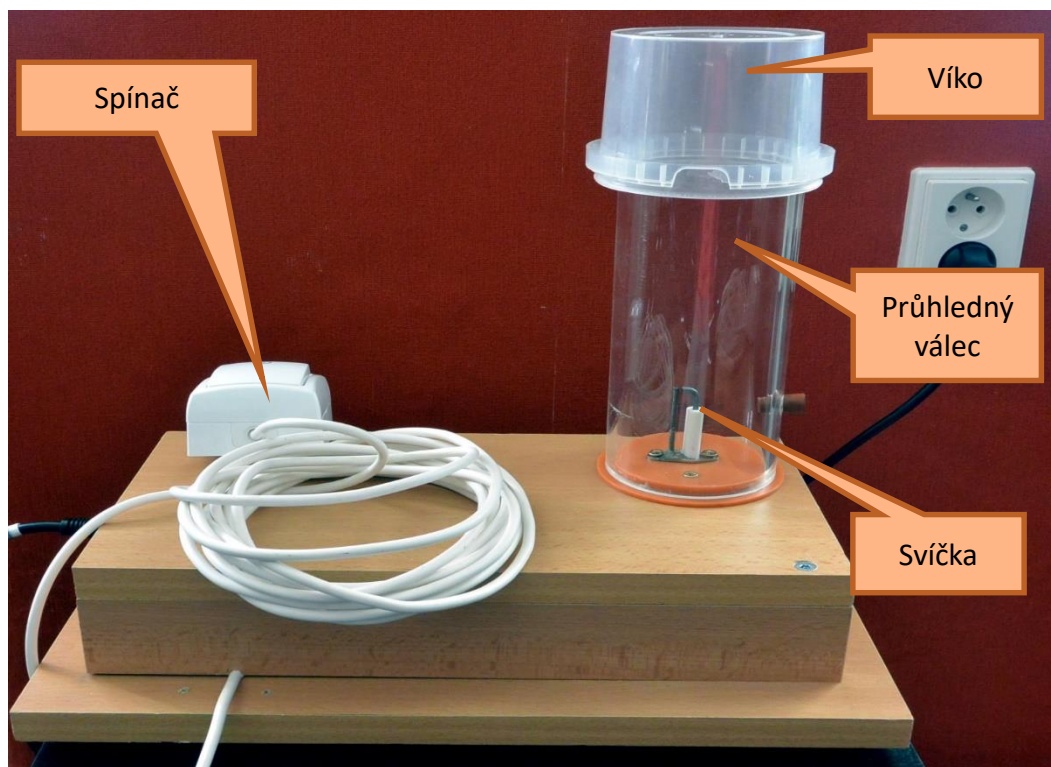
- Jednoduchost pro sestavení a uvedení do provozu.
- Jednoduchost obsluhy.
- Cenová dostupnost komponentů.
- Prostorová nenáročnost a nízká hmotnost.

Nesmíme také zapomenout na základní atributy učebních pomůcek, jimiž se vyznačují (Dostál, 2008):

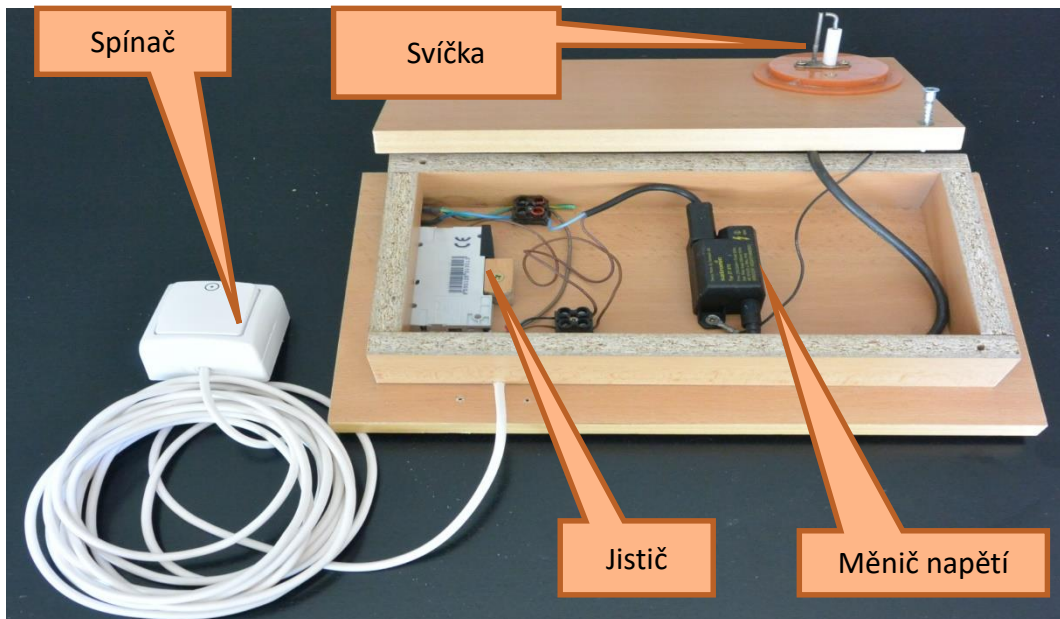
- Podstatu pomůcek tvoří signály, které jsou výsledkem látkové povahy pomůcek.
- Do těchto signálů jsou vloženy zprávy s učivem, určené na zpracování informací.
- Pomůcky simulují objektivní skutečnost (s výjimkou toho, když pomůcka představuje skutečný předmět).
- Pomůcky vyžadují (až na výjimky) realizaci pomocí vyučovací techniky.
- Rozumové zpracování zpráv s učivem je ulehčeno předcházejícím smyslovým kontaktem prostřednictvím všech smyslových orgánů.
- Předpokládá se, že budou do výuky včleněny ve formě demonstrace, nebo budou objekty bezprostřední manipulace žáků.

- Vytvářejí společný jazyk mezi edukátorem a edukanty, což urychluje styk mezi nimi a dělá ho výkonnějším.
- Silně motivují edukanta k učení.
- Vysoce aktivizují.
- Vytvářejí přechod od neúmyslné k úmyslné pozornosti.
- Pomáhají překonávat útlum, který je často přirozenou obranou organismu proti nadměrnému vyčerpání anebo reakcí na jednotvárnost a nudu.
- Učební pomůcky lze využít ve všech fázích výuky.

Základními prvky naší aparatury je transparentní válec z polymethylmethakrylátu, ve kterém probíhá reakce, a zdroj jiskry, která iniciuje zážeh směsi ve válci.



Obr. 5: Model zážehového motoru – uzavřený, připravený k experimentu (foto autoři)



Obr. 6: Model zážehového motoru – otevřený, před kompletací (foto autoři)

Celý model je napájený střídavým napětím 230V/50 Hz připojeným odnímatelným kabelem. Vstup do přístrojové části vede přes síťový jistič 6A, který zajišťuje bezpečnost provozu a zároveň slouží jako síťový vypínač.

Klíčovou komponentou aparatury je zdroj jiskry – svíčka. Tento komponent pochází z plynového kotle, kde slouží k zapálení plamene jeho hořáku. Vysoké napětí 13 kV na tomto zdroji jiskry – svíčky – vytváří měnič napětí, který je také původně určen pro plynový kotel. Tento měnič a jistič jsou skryté uvnitř laminového boxu. Jiskra se iniciuje spínačem, který je z důvodu bezpečnosti umístěn na pětimetrovém přívodním kabelu.

Další klíčovou komponentou je na obou stranách otevřený transparentní válec z polymethylmethakrylátu o objemu 1000 ml, který je postaven na laminovém boxu, do spodní centrální části zasahuje jiskřiště svíčky. Horní otvor válce je přiklopen lehkým plastovým víkem tak, aby v případě vznícení směsi ve válci mohl lehce a bezpečně odlétnout. Ve válci je na straně 5 cm nad dolním okrajem otvor o průměru 6 mm pro plnění hořlavým plynem. Mimo proces plnění je otvor uzavřen pryžovou zátkou.

Experiment v modelu zahajujeme kompletací aparatury a jejím zapojením do elektrické sítě. Vybereme vhodné palivo, které vložíme nebo napustíme do válce.

Jako vhodná paliva pro náš experiment jsme použili:

1. Vodík – do válce jsme bočním otvorem pomocí velkoobjemové plastové injekční stříkačky postupně vpravovali 300, 450, 600 a 900 ml.
2. Zemní plyn – do válce jsme bočním otvorem pomocí velkoobjemové plastové injekční stříkačky postupně vpravovali 150 ml a 300 ml.
3. Butan – do válce jsme bočním otvorem pomocí velkoobjemové plastové injekční stříkačky postupně vpravovali 20, 30, 40 a 50 ml.
4. Benzín bezolovnatý s oktanovým číslem 95 – do válce jsme na dno vložili kádinku s 25 ml benzínu a nechali jsme ho do prostoru válce 3 minuty vypařovat.

Po naplnění vybraným palivem jsme stiskem tlačítka iniciovali jiskru a následně došlo ke vznícení směsi. Pro stanovení objemu plynu jsme pracovali s tabulkou mezi výbušností a hledali tak optimální koncentraci paliv pro vznícení ve válci.

### **3.3 Záznam experimentu v aparatuře**

V současné době je k dispozici pro použití ve výuce velké množství videozáznamů chemických experimentů různých kvalit, délek i obsahů. První videozáznamy, resp. filmové záznamy experimentů se začaly objevovat v 50. a 60. letech minulého století, kdy projekční technika mohla být masově využívána ve školách (filmové promítačky), v 80. letech byly filmové záznamy nahrazovány videozáznamy (wikipedie). Autory těchto filmů a videozáznamů jsou jednak sami pedagogové společně se studenty, dále komerční firmy. V poslední době profesionální i amatérští autoři umísťují své záznamy do veřejného prostoru, např. na kanálu YouTube ([www.youtube.com](http://www.youtube.com)).

My jsme provedli analýzu právě kanálu YouTube. Hledali jsme videa s podobnou tématikou. Vycházeli jsme z předpokladu, že velká část pedagogů i žáků právě na tomto kanálu vyhledává edukační a názorná videa. Některá vybraná videa jsou uvedena v příloze tohoto pojednání.

Opřeli jsme se také o studii *The role of online videos in research communication: A content analysis of YouTube videos cited in academic publications* (Kousha, Thelwall, Abdoli, 2012). Autoři uvádí: „Získali jsme citace URL na videa YouTube z akademických publikací indexovaných společností Scopus. Celkem 1 808 publikací společnosti Scopus citovalo alespoň jedno video YouTube a byl zaznamenán trvalý

vzestup výskytu online videí v rámci odborných publikací v letech 2006 až 2011. Analýza obsahu 551 videí YouTube citovaných výzkumnými články ukázala, že v přírodních vědách (78 %), medicíně a zdravotnictví (77 %) více než tři čtvrtiny citovaných videí měly buď přímé vědecké obsahy (např. laboratorní experimenty, přednášky), zatímco v uměleckých a humanitních vědách přibližně 80 % videí YouTube mělo témata v oblasti umění, kultury nebo historie. V sociálních vědách přibližně 63 % videí souviselo se zprávami, politikou, reklamou a dokumentárními filmy. To ukazuje jak disciplinární rozdíly, tak širokou škálu inovativních aplikací v oblasti výzkumu, které se objevují pro videa v různých oblastech“ (Kousha, Thelwall, Abdoli, 2012). Zajímavým poznatkem je i zkušenost, že nejpopulárnější videa, vytvořená akademickými pracovníky na kanálu Youtube, jsou videa určená pro laickou veřejnost s jednoduchými formáty (Thelwall, Kousha, Weller, Puschmann, 2012).

Jaké jsou výhody a důvody využívání videozáznamů experimentů v chemii? Video bývá levnější než samotná fyzická realizace experimentu. Samozřejmě je také bezpečné. Učiteli projekce videa spoří výrazně čas, kdy nemusí připravovat experiment. Zároveň může záznam opakovat bez omezení. V neposlední řadě video zvyšuje jednoznačně efektivitu výuky. Nevýhodou je nesporně absence přímého kontaktu žáků s experimentem, někdy také sporná kvalita záznamů a v poslední době i faktické chyby ve videích na veřejných zdrojích. Pokud vyučující zapojí video do výuky, očekává zlepšení procesu získávání vědomostí o reálném a skutečném experimentu, lepší vtisknutí poznatků z vnímání daného experimentu, a pokud se experiment provádí simultánně i fyzicky, potom očekává zvýšení efektivity, porozumění a zlepšení interpretace probíhajících jevů.

V současnosti je jasné, že pouhé „promítnutí“ videa už nemůže dostatečně a plnohodnotně plnit takovou roli, jakou sehrávalo před 10 nebo 20 lety. Didaktika chemie na použití videa nemůže rezignovat a musí držet krok v souladu s nejnovějšími poznatky a pokrokem v oblasti multimédií a ucházet se o pozici nositele inovací. Současná generace Z, která prochází základním a středním vzdělávacím procesem, je výrazným uživatelem multimediálních technologií a je pro ni typické rychlé a on-line předávání informací (Chum, 2013). Zároveň dochází jednoznačně ke splynutí ICT a multimédií. Fotoaparát, mobilní telefon, PC a televizor



dokáží v současnosti kvalitně zaznamenávat video, fotografovat, sdílet a reprodukovat pořízené záznamy.

Jak tedy posunout využití videa na další stupeň tak, aby přínos k efektivitě výuky chemie byl co největší? Jednou z možností je zapojení nejnovějších technologií v oblasti záznamu, a to takových, u nichž bylo použití dosud nemyslitelné z důvodu nedostupnosti nebo vysoké cenové náročnosti. Jednou z nich je 3D záznam neboli také stereoskopie, což je technologie, která umožňuje prostorový zrakový vjem vyvolaný dvourozměrnou předlohou, např. pomocí stereoskopických brýlí. Je známá již od 19. století. Tím, že každé oko vnímá drobně odlišný obraz, vzniká v mozku dojem třírozměrného vidění (wikipedie).

Dnes je již relativně běžně dostupná záznamová a projekční technika za rozumnou a akceptovatelnou cenu. Pokud však budeme zaznamenávat a následně promítat 3D záznam experimentu, nezískáme nic víc než dojem třírozměrnosti, což považujeme z hlediska didaktického přínosu za málo významné. Podobná situace by nastala v případě, pokud bychom v této technologii promítali např. 3D struktury molekul. Považujeme stále za přínosnější využití klasických modelů, využívaných běžně ve výuce.

Další technologií záznamu, která stojí za zmínku, je záznam a následná projekce IR (infračerveného) záznamu, přesněji záznamu v oblasti infračerveného spektra. K záznamu IR záření slouží termokamery (termografické kamery), jež detekují záření v infračerveném rozsahu elektromagnetického spektra (900–14 000 nm) a vytvářejí obraz tohoto záření. V podstatě se dá uvést, že měří teplotu. Jejich záznam chemických i biologických experimentů je pro žáky velmi zajímavý, atraktivní a přínosný. Bez použití složitých měřicích zařízení a z bezpečné vzdálenosti zaznamenává v reálném čase teplotu například při termicky zajímavém experimentu, tu lze přesně odečíst a zaznamenat. V současnosti se ceny termokamery dostávají pod hodnotu, která je přijatelná i pro střední a základní školy. Základní modely se dají pořídit za ceny v rozpětí 20.000 až 30.000 Kč ([www.termokamera.cz](http://www.termokamera.cz), [www.termokamery.cz](http://www.termokamery.cz)). Nevýhodou jejich použití je nutnost otevřených experimentů, ale všechny termicky zajímavé experimenty tak realizovat nelze.

Velmi dobře použitelnou záznamovou technologií je high-speed záznam experimentu. Pokud natáčíme videozáznam klasickou záznamovou technikou, je

záběr snímán rychlostí 25 snímků za sekundu a následně může být ve stejné rychlosti promítán. Tato jejich frekvence vytváří pro lidské oko dojem plynulosti pohybů. Pokud však frekvenci při promítání zpomalíme, pohyb se stává trhaným a neplynulým. Pokud chceme při experimentu, který může probíhat řádově ve zlomcích sekundy, zachytit klíčové procesy, je záznam v klasickém režimu nekvalitní. V režimu záznamu high-speed je frekvence zaznamenaných snímků řádově 100 až 2000 snímků za sekundu. Pokud potom pustíme záznam experimentu ve frekvenci 25 snímků za sekundu, vidíme zpomalený a plynulý záznam experimentu včetně klíčových momentů. Záznam je také zřetelný a jasný. Pořízení základní záznamové techniky high-speed je v dnešní době relativně levné, řádově stojí do 20.000 Kč (př.: *Olympus TG-860, 240 snímků/sekundu, cca 8.500 Kč – www.olympus.cz; Nikon 1S2, 1200 snímků/sekundu, cca 9.000 Kč – www.nikon.cz* ).

Ať zaznameneáme experiment jakýmkoli způsobem, pomocí 3D záznamu, infračerveného záznamu nebo high-speed záznamu, klíčová pro nás a pro pedagogické využití bude následná práce s ním, jeho nasazení do výuky chemie. Při výuce je totiž důležité zajistit z něj maximální výtěžnost a efektivitu. A jak toho docílit?

Velká většina záznamů dnes už prakticky není v jiné podobě než digitální. A tento rozměr záznamu rozšiřuje možnosti nasazení do výuky. Jako zásadní a klíčové se nám jeví rozložení digitálního záznamu experimentu na jednotlivé snímky. K takovému rozkladu lze použít zdarma poskytované SW prostředky pro správu videozáznamů – např. VirtualDub, Pinnacle, FreeVidetoJPG Convertor atp.

Při normálním záznamu tak získáváme z 1 sekundy záznamu 25 chronologicky řazených snímků a při high-speed záznamu se jedná o počet snímků výrazně vyšší. To v sobě nese velký potenciál pro analýzu, pochopení a interpretaci experimentu. A nejen to. Pokud experiment zároveň fyzicky provádíme a zaznamenáváme, můžeme po diskusi s žáky realizovat rozfázování a analýzu jednotlivých snímků videozáznamu. To můžeme provést opakovaně a potom například měnit vstupní podmínky experimentu a tím dosáhnout jeho jiných výsledných hodnot (Hásek, Rychtera, 2015).

### 3.4 Technické parametry záznamu našich experimentů

V předchozí kapitole jsme uvedli možnosti záznamu a zpracování, které by mohli být vhodné pro naše aktivity. Pečlivě jsme zvažovali jejich reálné nasazení a samozřejmě jsme vyzkoušeli velké množství techniky včetně zapůjčení té profesionální. Musíme také konstatovat, že v průběhu 5 let, v době od zahájení našich aktivit do současnosti, došlo k výraznému technologickému pokroku a posunu, především ve smyslu zlepšování ekonomické dostupnosti, zvyšování kvality a zjednodušování obsluhy. To vše jsou samozřejmě pozitivní dopady, bylo však nutné sledovat pečlivě tento vývoj a postupně přizpůsobovat aktivity tomuto trendu.

Protože naší nosnou a hlavní myšlenkou je videoanalýza záznamů chemických experimentů, bylo nutné záznamy získat v potřebné kvalitě. A protože se pohybujeme v prostředí střední školy, bylo nutné se držet zásadních parametrů, které definujeme následovně:

1. Cenová dostupnost.
2. Jednoduchost obsluhy tak, aby techniku mohli obsluhovat žáci i pedagogové.
3. Jednoduchá příprava techniky tak, aby příprava nezabírala příliš časového prostoru a tím by byla pro pedagogy demotivující.
4. Snadná zpracovatelnost záznamů za pomoci dostupného, jednoduchého, nejlépe freewarového nástroje pro zpracování záznamů.
5. Vybavenost učebny odpovídající technikou, aby bylo možné rychlé, kvalitní a dobře prezentovatelné zpracování.
6. Snadná opakovatelnost.

Po kompletaci a ověření funkčnosti naší aparatury (viz kapitola 4.2) jsme hledali vhodný záznamový přístroj pro natáčení videa. Od přístroje jsme očekávali schopnost natáčet video ve vysoké kvalitě a zároveň možnost natáčení videa ve vysokorychlostním režimu. Po důkladné analýze trhu a možností jsme vyloučily použití speciálních vysokorychlostních kamer, jejichž obsluha byla příliš náročná a pro naše potřeby dostupná pouze v režimu zápůjčky.

Volby nakonec padla na koupi kompaktního fotoaparátu, který byl a je schopen kromě klasického fotografování natáčet video v HD kvalitě s rychlostí záznamu

25 snímků za sekundu, dále potom 400 snímků za sekundu a 1200 snímků za sekundu. Jedná se o fotoaparát značky Nikon 1 J3. Pro naše úlohy a použití jsme po zkušenostech využívali pouze snímkovací frekvenci 400 snímků za sekundu, neboť tato byla dostačující a kvalitou záznamu vhodná pro naše použití. To, že jsme znali frekvenci záznamu, je také výhodou pro stanovení času experimentu. Je jasné, že čas mezi jednotlivými po sobě jdoucími snímky je přesně 0,0025 sekundy, což byl například u rychlých experimentů velmi důležitý údaj.

Tento přístroj jsme zakoupili v roce 2013 jako učební pomůcku. K fotoaparátu jsme přikoupili objektiv s pevným ohniskem 18,5 mm a světelností f 1,6. V praxi platí, že čím nižší je hodnota světelnosti, tím více je přístroj schopen zachytit světla a světelné podmínky některých chemických experimentů vyžadují právě parametr co největšího záchytu obrazu a vizuálního projevu experimentu. K doplnění jsme používali stativ a kabel pro přenos dat do počítače. Na základě zkušeností jsme vyloučili přenos záznamu přímo z karty, protože manipulace s kartou byla zdoluhavá a nepraktická.

V rámci hledání vhodného přístroje jsme vyzkoušeli i zapůjčené přístroje jiných značek, například Sony, Olympus nebo Casio. Můžeme konstatovat, že s těmito dalšími přístroji jsme dosáhli velmi podobných a srovnatelných výsledků.

Nevýhodou u našeho přístroje se jeví pouze krátký čas pro záznam, což jsou pouze 2 sekundy. Pro rychlé experimenty je to však dostačující čas. Synchronizace zahájení experimentu a jeho záznamu vyžaduje určitý cvik. Je to však vhodná aktivita pro žáky, kteří se poměrně rádi natáčení přímo účastnili.

Další nevýhodou pak je formát videí (1:4), který se za některých okolností jevil jako příliš úzký. Tento nedostatek jsme řešili vhodnou vzdáleností a úhlem snímání.

Další nezbytným atributem našich aktivit je software, který slouží k rozkladu videí na jednotlivé snímky. Opět jsme experimentovali s několika freewarovými aplikacemi, nakonec jsme byli nejvíce spokojeni s freewarovým SW „Free video to jpg convertor“ od firmy Digital wave ltd. (GB) <https://www.dvdvideosoftware.com/index.htm>. Obsluha tohoto SW je velmi jednoduchá a intuitivní. Jazyk lze nastavit na angličtinu nebo slovenštinu. Český jazyk není k dispozici.

V roce 2016 jsme začali k práci s videozáznamy využívat sociální sítě. Paralelně s našim záznamem jsme ve spolupráci se žáky začali natáčet videa experimentů na

mobilní telefony ve vlastnictví žáků. V souladu s aktivitou BYOT (viz kapitola 2.1.1) jsme usoudili, že právě využití vlastních telefonů žáků je zajímavým benefitem. Pro tuto aktivitu je pozitivní i skutečnost, že vývoj mobilních technologií a telefonů za roky od zahájení našich aktivit do dneška doznal významného posunu a dnes prakticky všichni renomovaní výrobci vyrábí tzv. chytré telefony, které jsou schopny zaznamenávat videa ve vysoké kvalitě o to dokonce v high-speed režimu, který je následně vhodný pro zpomalený záznam, fázování, tedy zastavení a přesun na libovolné místo záznamu, a videoanalýzu. K videoanalýze nám právě slouží rozklad na jednotlivé snímky. Umístění takto získaného videa do prostoru sociálních sítí nebo odeslání e-mailem nebo do úložiště je otázkou několika vteřin. Samozřejmě za předpokladu připojení mobilního telefonu žáka prostřednictvím wi-fi nebo datového přenosu operátora.

Metodika BYOT přináší i další přidanou hodnotu ve skutečnosti, že škola nemusí pořizovat nákladná zařízení v podobě např. tabletů. Žáci se smartphony pracují sebejistě a ve většině případů znají jeho možnosti.

Pokud se takový záznam umístí do prostoru internetu a sociálních sítí, lze ho velmi rychle prezentovat, fázovat, rozkládat na jednotlivé snímky a následně analyzovat. A to je náš hlavní cíl.

O rychlosti vývoje smartphonů a jejich aplikací vypovídá například poslední recenze nejnovějších modelů od firmy Samsung: „Jedno z největších vylepšení – ve srovnání s předchůdci – se týká fotoaparátů. Hlavní 12MPx senzor je totiž vůbec poprvé vybaven tzv. variabilní clonou, která je schopná pracovat velmi podobně jako lidské oko. Podle množství okolního světla automaticky přizpůsobí své nastavení a světelnost.

V jasném prostředí použije hodnotu  $f/2,4$ , ve zhoršených podmínkách pak využije maximální světelnost objektivu  $f/1,5$ . Takovou hodnotu světelnosti drtivá většina konkurentů nenabízí. Oba přístroje dokážou pomocí hlavních fotoaparátů na zadní straně natočit video rychlostí 960 snímků za sekundu v rozlišení 720 p, tedy se čtyřikrát vyšší frekvencí záběrů než u běžného zpomaleného videa ve 240 fps.“ (Nová vlajková loď Samsungu, 2019)

Technické parametry natáčení videí na mobilní telefony jsou u různých značek srovnatelné. Vesměs se jedná o videa natáčená v systémových aplikacích jednotlivých telefonů, tj. aplikacích, které se nemusí stahovat a jsou již součástí

telefonů při nákupu. Telefony již standardně natáčejí videa v kvalitním full HD režimu s rychlostí záznamu 60 snímků za sekundu. To je dostačující kvalita pro naše aktivity a podle našich obecných zkušeností leckdy záznam z telefonů předčil kvalitou záznam z našeho fotoaparátu. Všechny takové aplikace dokáží zaostřovat, zamykat zaostření, vyvažovat bílou. Dále pak získaná videa stříhat a zpomalovat.

Abychom mohli využít všechny možnosti včetně vyhledávání v prostředí internetu a zveřejňování vytvořených materiálů ihned na sociálních sítích, bylo nutné zajistit dostatečný signál Wi-Fi ve třídě a ve škole a minimálně jednu počítačovou stanici připojenou prostřednictvím intranetu k internetu ve třídě.

Výsledná videa a analýzy těchto videí byly potom prezentovány prostřednictvím dataprojektoru v učebnách nebo v prostředí sociálních sítí se umísťovaly a zobrazovala všem zapojeným žákům.

Ze záznamů jsme prostřednictvím výše uvedeného software získaly velké množství dat v podobě snímků z rozložených videozáznamů. Klíčové snímky z jednotlivých experimentů jsou v obrazové příloze této práce. Konkrétně jde potom o snímky, kde je patrný podstatný okamžik z reálného chemického experimentu, který je vhodný pro další didaktické využití.

### **3.5 Realizace, rozbor a přínos záznamů experimentů ve vytvořené aparatuře**

Pokud jsme tedy sestavili a ověřili funkčnost aparatury a připravili jsme technicky i metodicky záznam, mohli jsme přistoupit ke klíčové aktivitě naší práce, tedy k experimentům a jejich záznamům o vyučovacích hodinách. Základním scénářem takové aktivity realizované během hodiny byly následující kroky:

- a. Výběr experimentu.
- b. Teoretická a materiální příprava.
- c. Teoretický a motivační úvod pro žáky.
- d. Realizace experimentů vedená souběžně se záznamem.
- e. Prezentace záznamu.
- f. Technické zpracování záznamu – tedy rozklad na jednotlivé snímky, tzv. fázování.
- g. Prezentace zpracovaných záznamů.
- h. Analýza zpracovaných záznamů včetně diskuse a závěrů.

Je samozřejmé, že aparatura, způsoby záznamů a analýza byly před samotnou realizací o hodinách mnohokrát testovány. Kromě jistoty bezproblémového průběhu experimentu jsme hledali optimální způsob záznamu. Přesněji kombinaci vhodné záznamové techniky, intenzitu a úhel osvětlení, vzdálenost a úhel záběru.

Testovali jsme také kvalitu látek, které jsme v aparatuře spalovali. V kapitole 4.2 jsme uvedli 4 druhy paliv, která jsme zkoumali. Před zahájením práce jsme kromě těchto uvedených paliv navrhovali ethanol, který jsme ale pro nízkou úspěšnost při experimentování vyloučili. Pro 4 látky jsme využili a ověřili následující zdroje:

- Vodík - technický plyn čistota 3.0 v tlakové lahvi, dodavatel Linde
- Zemní plyn- distribuční síť RWE
- Butan - náplň do zapalovačů, obsah butanu 95%
- Natural 95 - bezolovnatý benzín, OMV

Pro každé palivo jsme museli stanovit specifický způsob vpravení do válce. Tento způsob byl závislý na fyzikálních a chemických vlastnostech těchto látek a na způsobu, jakým je dané palivo skladováno nebo transportováno.

Vodík, zemní plyn a butan se daly do válce vpravovat v plynném skupenství. K plnění jsme využívali Janette výplachovou stříkačku 150 ml určenou pro zdravotnictví (obr.7)



Obr. 7: výplachová stříkačka Janette 150 ml (zdroj: [www.apotek.cz](http://www.apotek.cz))

Po připojení této stříkačky na zdroj vodíku, zemního plynu nebo butanu prostřednictvím pryžové hadice se stříkačka sama začala plnit plynem a ze stupnice lze velmi snadno odečítat objem plynu za normálního atmosférického tlaku. Vodík jsme vpravovali do aparatury spodním otvorem ve válci, který jsme utěsnili

pryžovou zátkou. Stejným způsobem jsme do aparatury vpravovali i zemní plyn. Butan jsme s ohledem na vyšší hustotu vpravovali do válce horním otvorem. Benzín natural jsme vkládali do aparatury v 50 ml kádince a prostřednictvím tenkého drátku jsme ji zavěsili přibližně do středu aparatury a měřili čas určený pro odpar v aparatuře.

Klíčovým parametrem experimentů bylo množství látky, která musí být obsažena ve válci, aby došlo k úspěšné iniciaci a vznícení. Zásadní roli hrálo rozhodnutí, zda budeme postupovat podle tabulkových hodnot meze výbušnosti nebo budeme mez výbušnosti zjišťovat se žáky experimentálně. Ve fázi příprav jsme postupovali přímé konfrontace tabulkových hodnot s naší zkušeností tak, abychom poté mohli o hodinách žáky vést k experimentálnímu poznání hodnot meze výbušnosti.

Pro naše potřeby jsme vyhledali hodnoty meze výbušnosti vybraných paliv.

palivo	mez výbušnosti v %	
	dolní mez	horní mez
Vodík	4,0	74,2
zemní plyn	4,3	15,0
Butan	1,6	8,5
natural 95	1,1	6,0

Tab.1: Meze výbušnosti vybraných paliv (Zdroj: VŠCHT Praha, <https://bit.ly/2YhZ2Cs>)

„Všechny hořlavé látky jsou ve směsi se vzduchem zapalitelné jen uvnitř oblasti výbušnosti. Pokud je koncentrace pod dolní mezí výbušnosti, není tato směs ani výbušná, ani hořlavá. Pokud je koncentrace směsi nad horní mezí výbušnosti, je směs hořlavá jen za přístupu vzduchu, ale snadno se může stát výbušnou po odpovídajícím zředění se vzduchem.“(Požáry a exploze, 2005)

V následujícím schématu graficky popisujeme zmíněnou mez výbušnosti.



## Meze výbušnosti

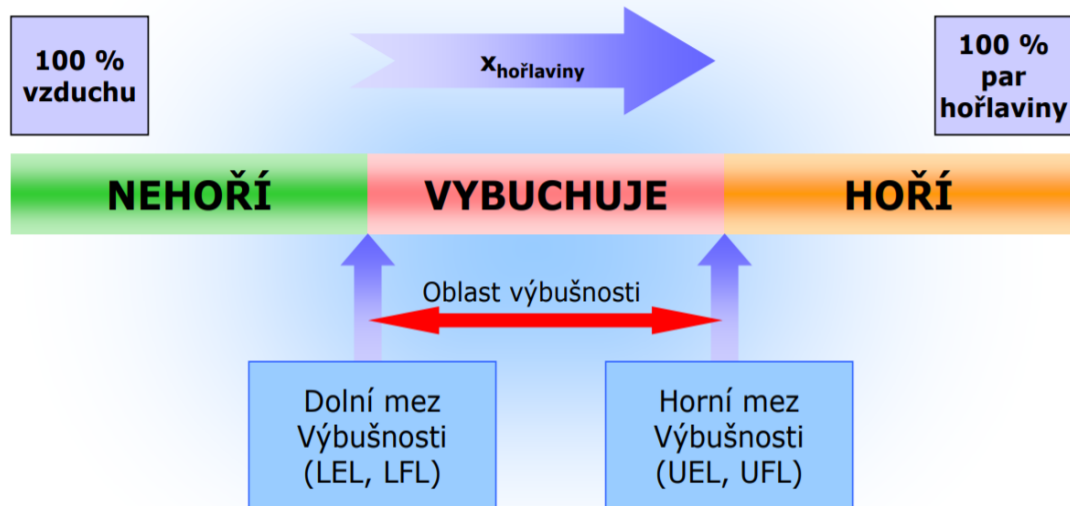
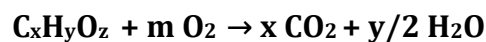


Schéma 1: Meze výbušnosti (Zdroj: VŠCHT Praha, <https://bit.ly/2YhZ2Cs>)

V rámci přípravy i následně se žáky jsme tedy do aparatury dávkovali palivo v koncentraci pod dolní mezí výbušnosti, v intervalu oblasti výbušnosti a na závěr nad horní mezí výbušnosti. Mez výbušnosti u běžných uhlovodíků lze dokonce orientačně vypočítat dle následujících vztahů. Pokud však experimentálně zjistíme meze výbušnosti, můžeme zjistit z těchto hodnot podle vztahů složení uhlovodíku. (Požáry a exploze, 2005)



$$C_{st} = \frac{\text{moly paliva}}{\text{moly paliva} + \text{moly vzduchu}} \times 100$$

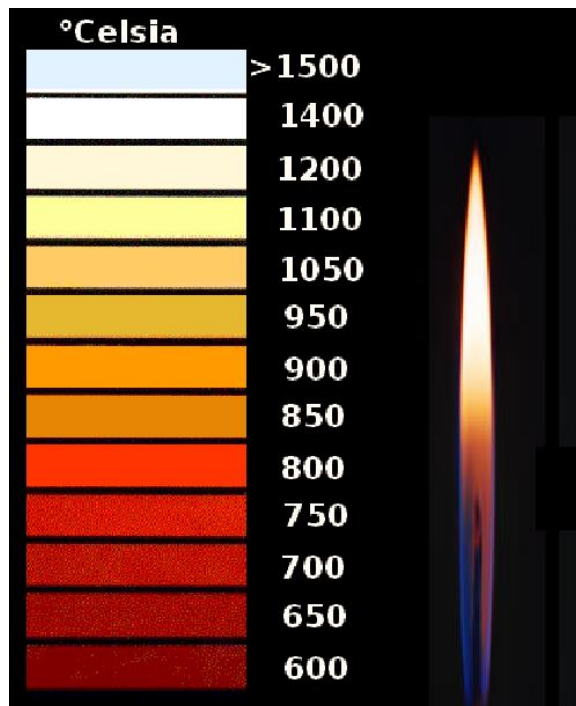
$$C_{st} = \frac{100}{1 + \frac{m}{0,21 \text{ (obsah } O_2 \text{ ve vzduchu)}}}$$

**Dolní mez výbušnosti = 0,55 C<sub>st</sub>**

**Horní mez výbušnosti = 3,5 C<sub>st</sub>**

Dalšími parametry, které jsme chtěli v rámci experimentování sledovat, byla teplota plamene a dokonalost spalování. Teplotu plamene i dokonalost spalování můžeme odvozovat souběžně z barvy plamene. Plamen při rychlé explozivní reakci nelze řádně popsat sledováním prostým okem. Právě naše analýza videozáznamu tento handicap pomáhá odstranit. Pro určení teploty plamene ve školním prostředí můžeme využít srovnávací obrázky. Například pomocí obrázku 8 můžeme takovým způsobem teplotu orientačně určit. S teplotou plamene přímo souvisí i dokonalost spalování, která je přímo úměrná právě teplotě.

Z barvy plamene pak dokážeme například určovat orientačně složení paliva na základě obecně známého pravidla, že uhlovodíky s vyšším poměrem uhlíku k vodíku hoří svítivým červenooranžovým plamenem s méně dokonalým spalováním. Naopak vyšší poměr vodíku má za výsledek modrobílý plamen s vyšší teplotou a dokonalejším spalováním.



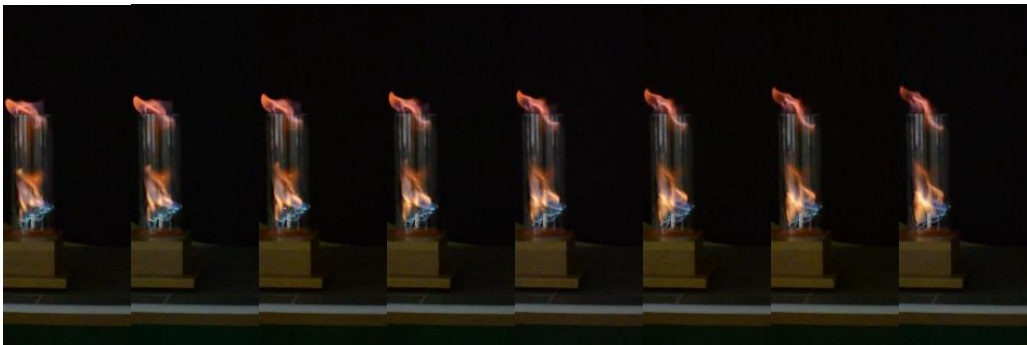
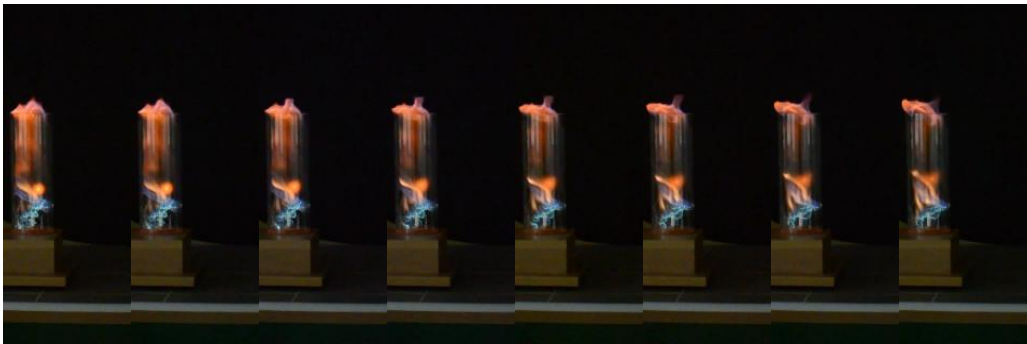
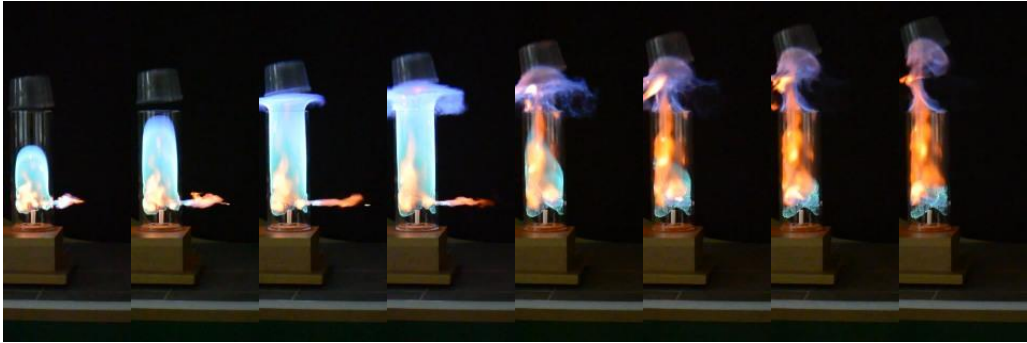
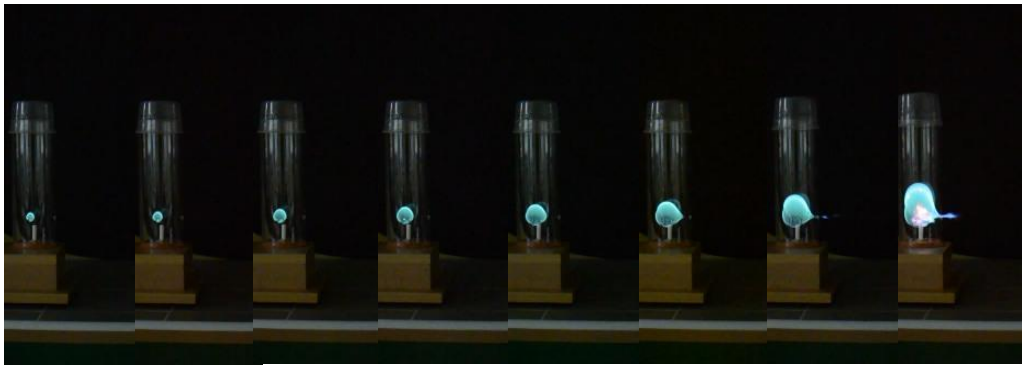
Obr. 8: Barva plamene v závislosti na teplotě (zdroj: [www.dum-zahrada.okhelp.cz](http://www.dum-zahrada.okhelp.cz))

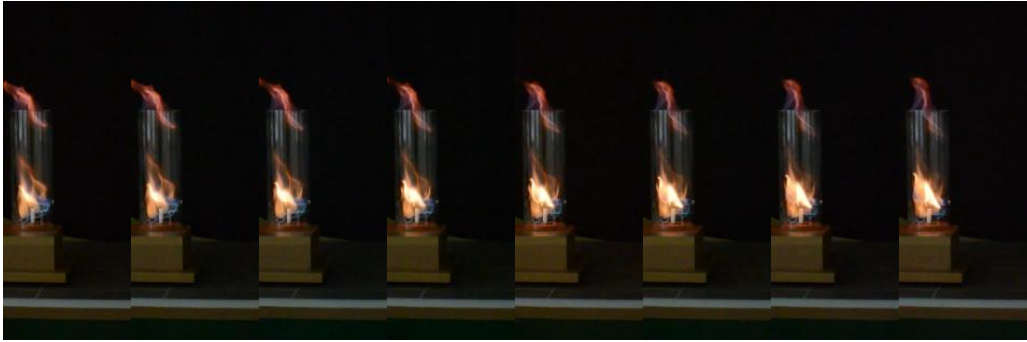
Dalším parametrem, který můžeme v rámci našich experimentů a jejich videoanalýz sledovat, je rychlost probíhající reakce. Pro velmi krátké průběhy je prakticky nemožné v podmínkách školy měřit délku například explozivní reakce pomocí jakékoli časomíry. Z rychlosti reakce můžeme dále vyvozovat intenzitu deflagrace nebo detonace. Pro přesné stanovení času budeme potřebovat techniku záznamu, kdy známe přesnou frekvenci snímkování záznamu za jednotku času. Standardně se používá počet snímků za sekundu (alternativně fps, neboli Frame per second.) Pokud takovou hodnotu známe a dokážeme videozáznam rozložit na jednotlivé snímky, můžeme snadno vypočítat rychlost chemické reakce, například čas mezi první iniciací elektrickou jiskrou a dohořením posledních zbytků paliva. Tento postup můžeme demonstrovat na následujícím příkladu:

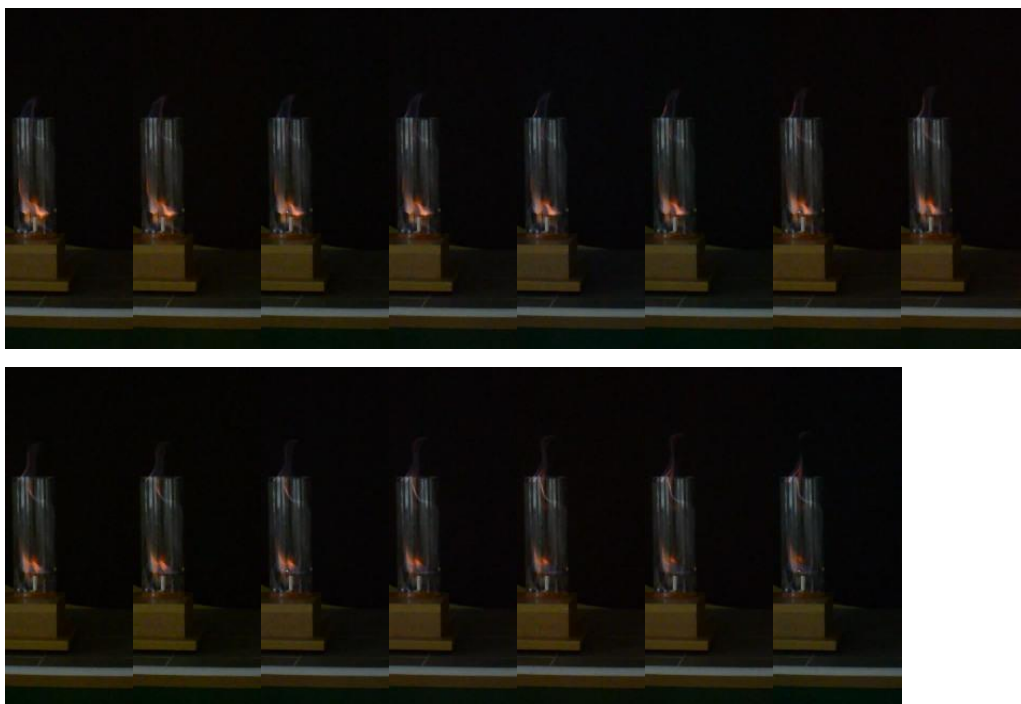
Iniciace snímku je patrná na 1. klíčovém snímku a dohoření paliva je patrné na 40. snímku získaného rozkladem videa na jednotlivé snímky. Víme, že jsme video natáčeli ve frekvenci 400 snímků za sekundu (fps). Pak tedy interval mezi prvním a posledním snímkem požadované sekvence vypočítáme dle vztahu:

$$\mathbf{1/fps \times \text{počet snímků mezi prvním a posledním snímkem sekvence}} \\ = \\ \mathbf{\text{čas v sekundách}}$$

V našem příkladu tedy  $1/400 \times 40 = 0,1$  sekundy. Z toho můžeme stanovit, že reakce trvala 0,1 sekundy. Můžeme toto demonstrovat na následující sekvenci snímků. Snímky jsme získali natočením výbuchu 40 ml butanu v aparatuře. Dosáhli jsme tak při objemu válce 1000 ml objemové koncentrace 4 %, tedy v mezi výbušnosti. Natáčeli jsme digitálním fotoaparátem Nikon 1 J3 s objektivem s ohniskovou vzdáleností 18,5 mm a světelností f 1,6. Prezentujeme snímky od první iniciace jiskrou po poslední dohoření zbytků paliva.





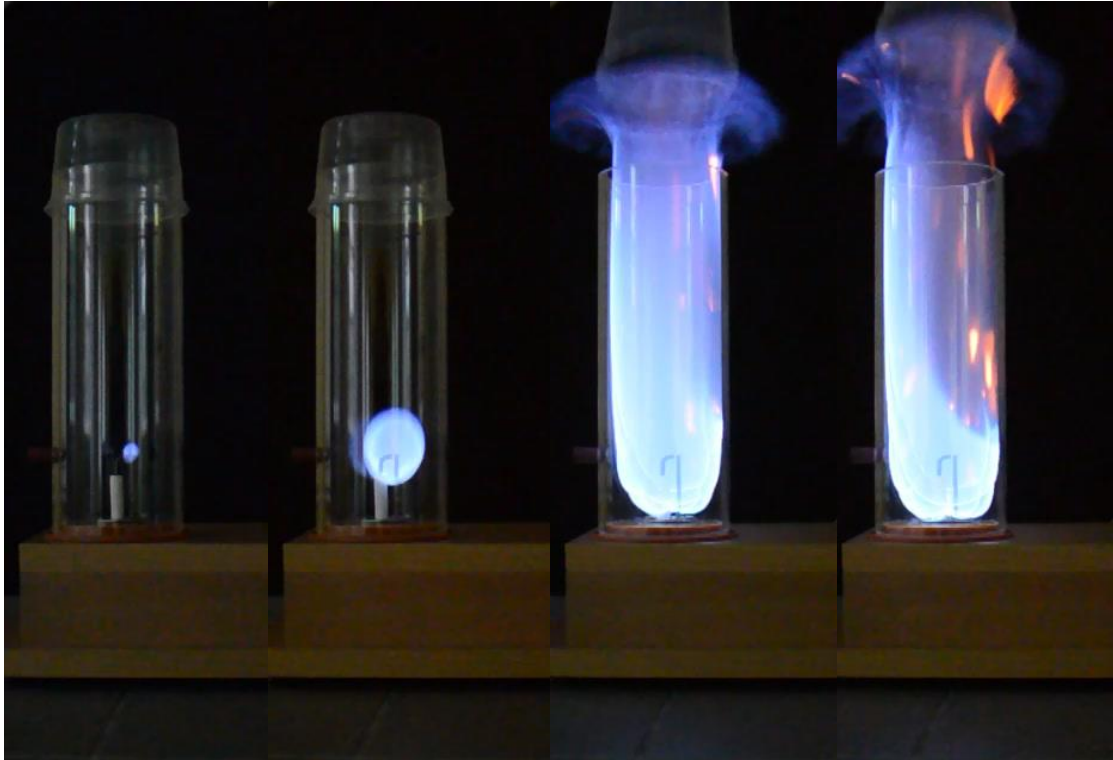


Obr. 9: Sekvence snímků získaných ze záznamu výbuchu butanu (foto autoři)

Vzhledem k tomu, že je prezentováno 95 snímků, snadno vypočítáme čas mezi prvním a posledním snímkem. Jedná se tedy o  $1/400 \times 95 = 0,24$  sekundy. To je čas, při kterém za normálních okolností nejsme schopni pouze prostřednictvím zraku popisovat detailní parametry. Ale právě z rozložených snímků lze vyvodit mnoho skutečností. Můžeme si všimnout rozdílných barev plamene od bleděmodré, fialové až po oranžovou. Bleděmodrá a fialová je způsobena pravděpodobně přítomností a hořením butanu (95%) a dalších složek, které jsou ve směsi do zapalovačů obsaženy (propan cca 4%). Tato barva svědčí o dokonalosti spalování a vysoké teplotě za přítomnosti dostatečného množství kyslíku. V pozdějších fázích dochází v aparatuře kyslík a zbytky uhlovodíků už hoří chladnějším plamenem za nedokonalého spalování. V reálu lze v aparatuře sledovat zbytky vodních par na stěnách aparatury, což je důkazem vody jako produktu spalování uhlovodíků. V porovnání s dalšími našimi vybranými palivy hoří butan nejpomaleji a za zvukového efektu s nejmenší intenzitou. Všechny tyto získané poznatky jsme samozřejmě využili ve výuce a k diskusi se žáky. Alternativně jsme také provedli dávkování pod dolní mezí výbušnosti a nad horní mezí výbušnosti. V těchto případech k výbuchu nedošlo.

U dalších paliv jsme také získali kompletní sekvence snímků, pro tuto práci uvedeme již jenom klíčové snímky. Tyto jsme využívali mimo jiné při publikování na sociálních sítích.





Obr. 10: Vznícení odparu z benzínu Natural 95 (foto autoři)

Parametry experimentu a záznamu obr. 10:

Palivo: Natural 95

Doba odparu: 3 minuty

Čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,0325 sekundy

Záznamová technika: Nikon1 J3

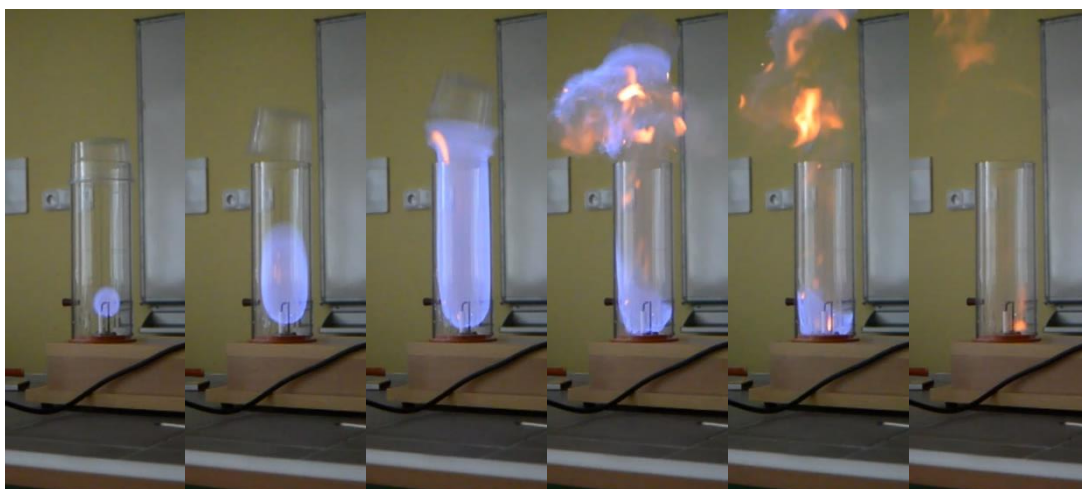
Frekvence záznamu: 400 fps

Záznam provedli: autoři

Diskuse k záznamu:

„Automobilový benzín je směsí převážně ropných uhlovodíků vroucí v rozmezí zhruba 30 až 210 °C se 3 až 12 atomy uhlíku v molekule“(Super BA 95, 2010). Z obrázků poměrně jasně vyplývá, že v době odpařování se odpařily právě nižší uhlovodíky (propan, butan), protože charakteristika plamenů je velmi podobná charakteristice hoření butanu, čehož si žáci všimli. V posledních fázích výbuchu je vidět ohniska nedokonalého spalování, kdy již v prostoru hoření docházel kyslík. Odpar pouze části benzínové frakce je rozdílný od klasického válce spalovacího motoru, kdy je palivo v nefragmentované podobě vstříknuto ve směsi se vzduchem

do válce. Z obrázků můžeme také vypočítat i čas, kdy tlak hořících plynů dosáhne úrovně pro odhození víka.



Obr. 11: Vznícení zemního plynu (foto autoři)

Parametry experimentu a záznamu obr. 11:

Palivo: zemní plyn

Dávka: 150 ml

Čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,065 sekundy

Záznamová technika: Nikon1 J3

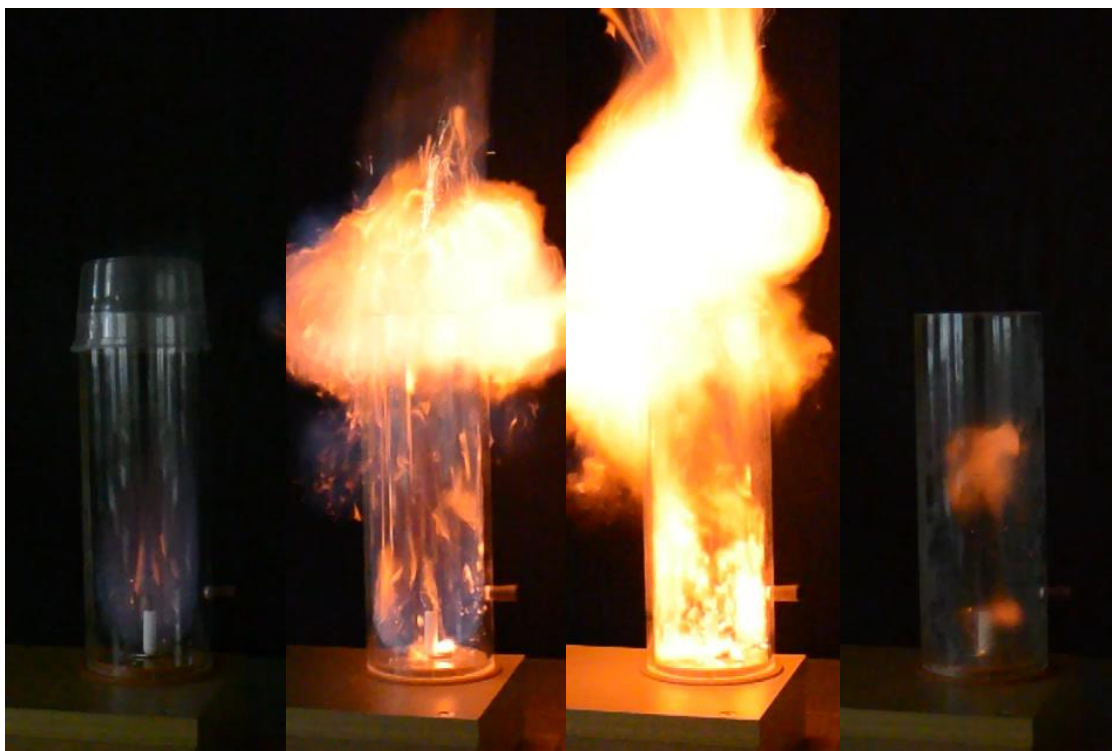
Frekvence záznamu: 400 fps

Záznam provedli: autoři

Diskuse k záznamu:

Hlavní složkou zemního plynu je vždy methan. Jeho procentuální zastoupení je proměnlivé v závislosti na lokalitě, kde se zemní plyn těží. Hodnota objemových procent se pohybuje v rozmezí 81% až 98%. Další složkou je ethan, v nepatrné míře jsou zastoupeny propan, butan a pentan (Fik, 2004). Na obrázcích je patrná bleděmodrá charakteristická barva plamene typická pro uhlovodík s vysokým poměrem vodíku (methan, příp. ethan). Jedná se dokonalé spalování s vysokou teplotou a je zajímavé pozorovat i prohořívání směrem dolů od jiskry. V posledních fázích pravděpodobně v reakčním prostředí dochází kyslík a pro zbytky paliva je potom typická oranžová barva nedokonalého spalování. Mez výbušnosti žáci vypočítávali na základě různých objemů zemního plynu vpraveného do válce.





Obr. 12: Výbuch vodíku v aparatuře (zdroj: autoři)

Parametry experimentu a záznamu obr. 12:

Palivo: vodík  
Dávka: 700 ml  
Čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,01 sekundy  
Záznamová technika: Nikon1 J3  
Frekvence záznamu: 400 fps  
Záznam provedli: autoři  
Diskuse k záznamu:

Vzplanutí a exploze vodíku v aparatuře byly pro nás i pro žáky asi nejzajímavější. Atraktivita reakcí vodíku vycházela ze skutečnosti, že vodík má velmi široké pásmo meze výbušnosti. Pokud jsme do válce vpravili objem vodíku při dolní hranici meze výbušnosti, vznícení z pohledu světelného efektu nebylo vůbec patrné, bylo odhozeno víko a stěny se po reakci orosily. Jednalo se tedy o dokonalé spalování za přítomnosti málo viditelného bleděmodrého plamene typického pro vodík. Zvukový efekt měl nízkou hlasitost. Pokud jsme do aparatury postupně vpravovali vyšší a vyšší množství vodíku, měnila se barva plamene a stoupala hlasitost výbuchu. Záznam vyššího množství je zachycen na obrázku, kdy v počátku dochází k dokonalému spalování s modrým plamenem, následně se kyslík spotřebuje a

spalování je již nedokonalé. V momentě, kdy se plamen dostává mimo válec, narůstá teplota a mění se barva směrem k bílé, protože v okolí válce je kyslíku dostatek. Experimenty s vodíkem vykazovaly také maximální míru spolehlivosti, protože ke vznícení došlo pokaždé. Příčinou je mimo jiné nutná nízká energie k iniciaci zážehu, která činí pouze 0,03 mJ. Například u methanu činí tato energie 0,23 mJ (Požáry a exploze, 2005).

### **3.6 Návrhy alternativních experimentů vhodných pro videoanalýzu realizovaných mimo vytvořenou aparaturu**

Pro videoanalýzu experimentů byla nejvýznamnější realizace experimentů v naší aparatuře. Aparaturu jsme projektovali a sestavovali právě s tímto cílem. Metoda záznamů experimentů a následný rozklad záznamů na snímky, zpomalování a fázování může být ale aplikovatelná i na další pokusy. A nemusíme se nutně držet pouze předmětu chemie. Aplikovat metodu videoanalýzy můžeme všude tam, kde chceme odstranit nežádoucí efekt Black-box. Všude tam, kde chceme demonstrovat průběhy experimentů a lidské smysly nedokáží postihnout všechny parametry těchto dějů.

Vybrali jsme tedy učebnice chemie a fyziky, ve kterých jsme hledali vhodné experimenty, na které můžeme aplikovat naše metody. Sestavili jsme seznam patnácti experimentů a společně se žáky jsme o hodinách tyto experimenty realizovali. Zároveň jsme ověřovali aplikovatelnost našich metod, včetně metody BYOT. Zjišťovali jsme také, zda kromě aplikovatelnosti mají i tyto experimenty didaktický potenciál pro další využití a videoanalýza přinese skutečně nová poznání. V následujícím přehledu uvádíme vybrané experimenty.

#### Přehled experimentů:

- A. Do plechovky obrácené dnem vzhůru s malým ucpaným otvorem zavádíme asi jednu minutu proud vodíku. Potom postavíme plechovku na stůl v bezpečné vzdálenosti od skleněných předmětů. Otevřeme otvor ve dně plechovky a dlouhou špejlí zapálíme vodík unikající z otvoru. Po chvilce se ozve výbuch a plechovka vyletí ke stropu. Do plechovky s hořícím vodíkem se nasál vzduch,

- který s vodíkem vytvořil výbušnou směs (Bílek a Rychtera, 1999). Experiment natáčíme vysokorychlostním záznamem.
- B. Zkouška na čistotu vodíku. Vodík jímáme do zkumavky obráceně dnem vzhůru a poté zkumavku ústím přiblížíme k plameni kahanu. Plyn vybuchne, slyšíme typické štěknutí (Bílek a Rychtera, 1999). Experiment natáčíme vysokorychlostním záznamem.
- C. Výroba vodíku. Vhodíme kousky zinku do 20% kyseliny chlorovodíkové. Sledujeme unikající bublinky plynu na povrchu granulí zinku (Bílek a Rychtera, 1999). Experiment natáčíme běžným záznamem.
- D. Tření hlavičky zápalky o škrtačko krabičky. Při tření hlavičky zápalky o škrtačku se uvolněným teplem přemění část červeného fosforu na bílý. Samozápalný bílý fosfor zapálí hlavičku zápalky (Bílek a Rychtera, 1999). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.
- E. Do misky neležeme líh. Misku pozorujeme ze strany a k lihu přibližujeme hořící špejli. Plamen se objeví dříve, než se dotkneme hladiny lihu – vzplanou jeho páry (Bílek a Rychtera, 1999). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.
- F. Předem zapálenou svíčku „sfoukneme“ (je třeba, aby hořela 2-3 minuty a měla již na povrchu zásobu kapalného vosku) a k unikajícím parám parafínu ve vzdálenosti 5-7 cm nad knotem přiblížíme hořící špejli. Plamen „přiskočí“ po parách až na knot a svíčka začne opět hořet (Bílek a Rychtera, 1999). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.
- G. Reakce draslíku s vodou. Na Petriho misku vložíme kousek draslíku a z pipety na něj necháme kápnout kapku vody (Whitehead, Gallagher a Meisner, 1999). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.
- H. Srážecí reakce. Roztok dusičnanu stříbrného vlijeme do roztoku chloridu sodného (Whitehead, Gallagher a Meisner, 1999). Experiment natáčíme běžným záznamem.
- I. Koncentrovanou kyselinu sírovou přidáváme za stálého míchání po malých dávkách do vody (Joniaková, 1995). Natáčíme termokamerou.
- J. V malé kovové misce umístěné na stojanu zahříváme 10 ml oleje až do jeho vzplanutí. Pomocí kleští opatrně vlijeme do hořícího oleje 5 ml vody. Používáme rukavice, ochranný štít a žáky udržujeme v bezpečné vzdálenosti (Joniaková, 1995). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.

- K. Do zkumavky se suchou dřevěnou třískou nalijeme koncentrovanou kyselinu sírovou. Dřevěná tříška ve styku s kyselinou sírovou postupně černá (Adamkovič, 1990). Natáčíme časosběrnou kamerou.
- L. Do větší kádinky připravíme směs vody a saponátu. Touto směsí necháme probublávat zemní plyn. Po vytažení zaváděcí trubice z kádinky přiložíme ke vzniklým bublinkám hořící špejli. Bublínky ihned vzplanou (Škoda, Doulík a Pánek, 2006). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.
- M. V aparatuře pro vývoj plynu připravíme ethyn. Do frakční baňky umístíme několik kousků karbidu vápnicku a z dělicí nálevky přikapáváme vodu. Vznikající plyn jímáme do velké kádinky se saponátem. Po odstranění aparatury přiblížíme ke vzniklým bublinkám hořící špejli. Bublínky vzplanou (Škoda, Doulík a Pánek, 2006). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.
- N. Přivážeme nití žiletku okolo krabičky zápalek tak, aby se žiletka okolo krabičky ohnula. Krabičku zavěsíme do prostoru tak, aby žiletkou směřovala do strany. Nit' přepálíme pomocí ohně od zápalky. Žiletka odletí jedním směrem, krabička opačným. Důkaz akce a reakce (Senčanski, 2006). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.
- O. Položíme 3 sklenice blízko sebe a na ně umístíme kovový táč. Nabijeme pravítko třením o vlněnou látku a položíme ho nahoru na táč. Vezmeme lžici a přidržíme ji blízko tácu. Přeskočí jiskra mezi lžičkou a tácem (Senčanski, 2006). Experiment natáčíme vysokorychlostní kamerou.

Nyní uvedeme výsledky naší experimentální činnosti a analýz včetně klíčových snímků a diskuse. Obrázky vznikly softwarovým rozkladem videozáznamů pořízených autory digitálním fotoaparátem Nikon 1 J3 nebo žáky jejich vlastními smartphony (BYOT) nebo termokamerou. Obrázky jsou řazeny dle pořadí experimentů uvedených v této kapitole. Záměrně jsme vybírali snímky z různých zdrojů a přístrojů tak, aby bylo možné porovnat kvalitu a didaktickou použitelnost. Záběry nejsou cíleně vytvořeny pro tuto práci, ale byly skutečně zaznamenávány žáky nebo autory v průběhu vyučovacích hodin a dále využívány například pro prezentaci na sociálních sítích.

## Pokus A – plechovka naplněná vodíkem



Obr. 13: Výbuch vodíku v plechovce (foto žáci)

### Parametry experimentu A a záznamu obr. 13:

Název: Výbuch vodíku v plechovce

Objem: 400 ml

Vypočtený čas mezi druhým a posledním snímkem: 0,028 sekundy

Záznamová technika: iPhone 6

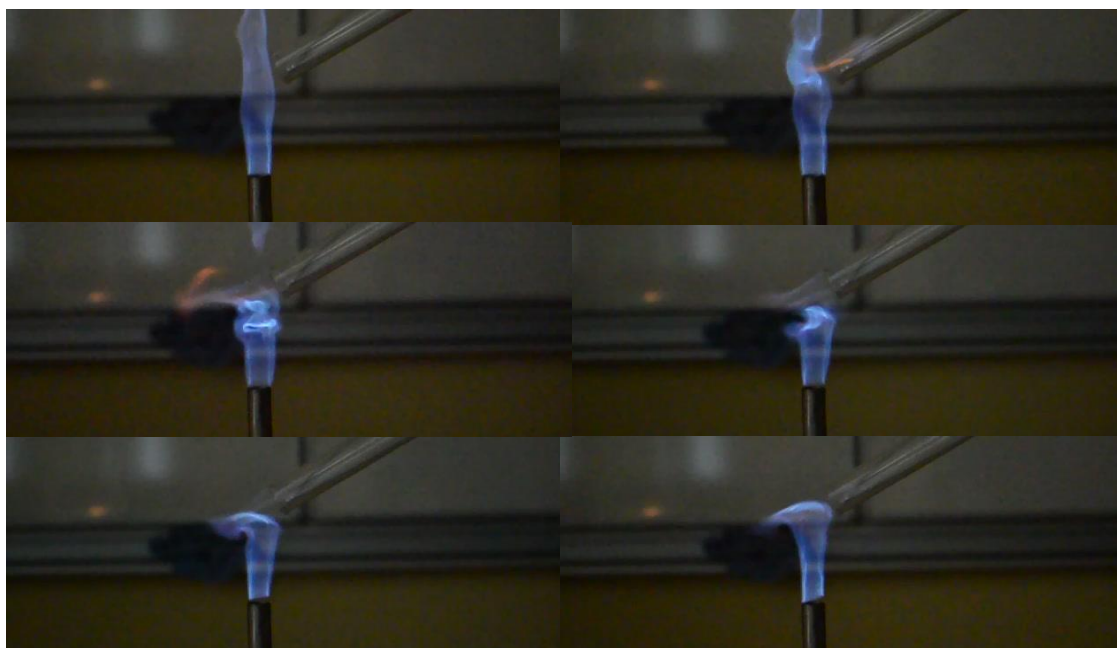
Frekvence záznamu: 240 fps

Záznam provedli: žáci (BYOT)

Na obrázcích jsou patrné všechny fáze experimentu od počátečního zapálení unikajícího vodíku otvorem ve dně, následně na druhém snímku je první exploze vodíku patrná z otvoru ve dně, na následujícím snímku je už zachycena exploze celého obsahu plechovky, na posledním snímku potom nejvyšší úvrať vymrštěné plechovky. Na záznam jsme nemohli použít fotoaparát Nikon 1 J3, protože tento přístroj dokáže zaznamenat pouze 2 sekundy a pro nás bylo velmi obtížné postihnout okamžik, kdy dojde k explozi.

Vzhledem k hlasitosti experimentu, kdy se žáci spíše obávali exploze a nedokázali vizuálně sledovat experiment, je tato videoanalýza určitě didakticky přínosná, protože jsme díky ní schopni popsat všechny fáze experimentu včetně hoření vodíku, iniciace exploze a barev plamene.

#### Pokus B – Zkouška na čistotu vodíku



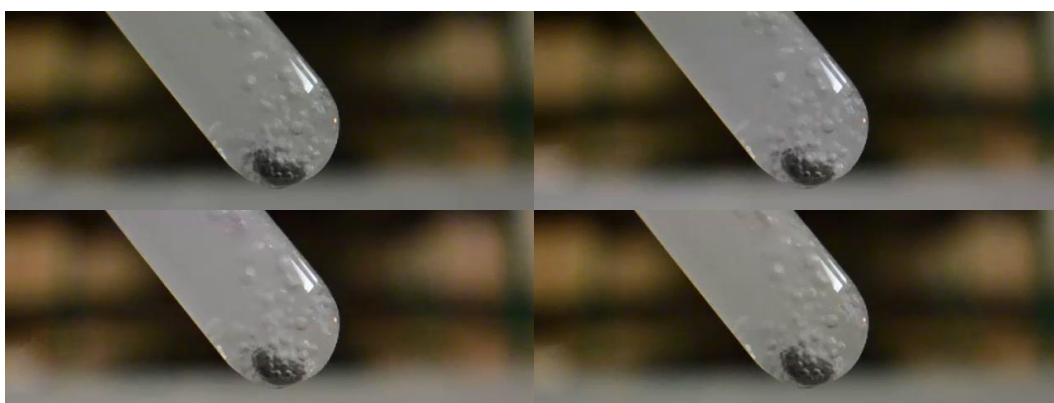
Obr. 14: Zkouška na čistotu vodíku (foto žáci)

#### Parametry experimentu B a záznamu obr. 14:

Název: Zkouška na čistotu vodíku ve zkumavce  
Vypočtený čas mezi druhým a posledním snímek: 0,01 sekundy  
Záznamová technika: Nikon 1 J3  
Frekvence záznamu: 400 fps  
Záznam provedli: žáci

Na obrázcích je záznam tzv. „štěknutí vodíku ve zkumavce“. Je patrný postupný zážeh vodíku, jeho plamen a deformace plamene kahanu způsobená tlakem exploze vodíku ve zkumavce. Přesto, že jsme tlumili intenzitu osvětlení, nebylo možné zaznamenat prohořívání vodíku celým objemem zkumavky. Světlo vydávané plamenem vodíku dosahovalo nízké intenzity, kterou nelze pomocí našich technik zaznamenat. Právě prohořívání bylo viditelné pouhým okem. Z naší analýzy je ale vidět tlak vybuchujícího plynu a je patrné částečné nedokonalé spalování. Z didaktického pohledu je tato analýza spíše doplňková pro přímé sledování experimentu smysly.

### Pokus C – Výroba vodíku



Obr. 15: Výroba vodíku (foto žáci)

#### Parametry experimentu C a záznamu obr. 15:

Název: Výroba vodíku reakcí zinku a kyseliny chlorovodíkové

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,13 sekundy

Záznamová technika: Nikon 1 J3

Frekvence záznamu: 30 fps

Záznam provedli: žáci

Na záznamu byly patrné bubliny vodíku vznikajícího při reakci zinku s kyselinou chlorovodíkovou. Tento záznam se nám jevil jako nezajímavý a bez didaktického přínosu.



### Pokus D – Tření hlavičky zápalky o škrťátko krabičky



Obr. 16: Tření hlavičky zápalky o škrťátko a vzplanutí zápalky (foto žáci)

#### Parametry experimentu D a záznamu obr. 16:

Název: Tření hlavičky zápalky o škrťátko krabičky

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,0825 sekundy

Záznamová technika: Nikon 1 J3

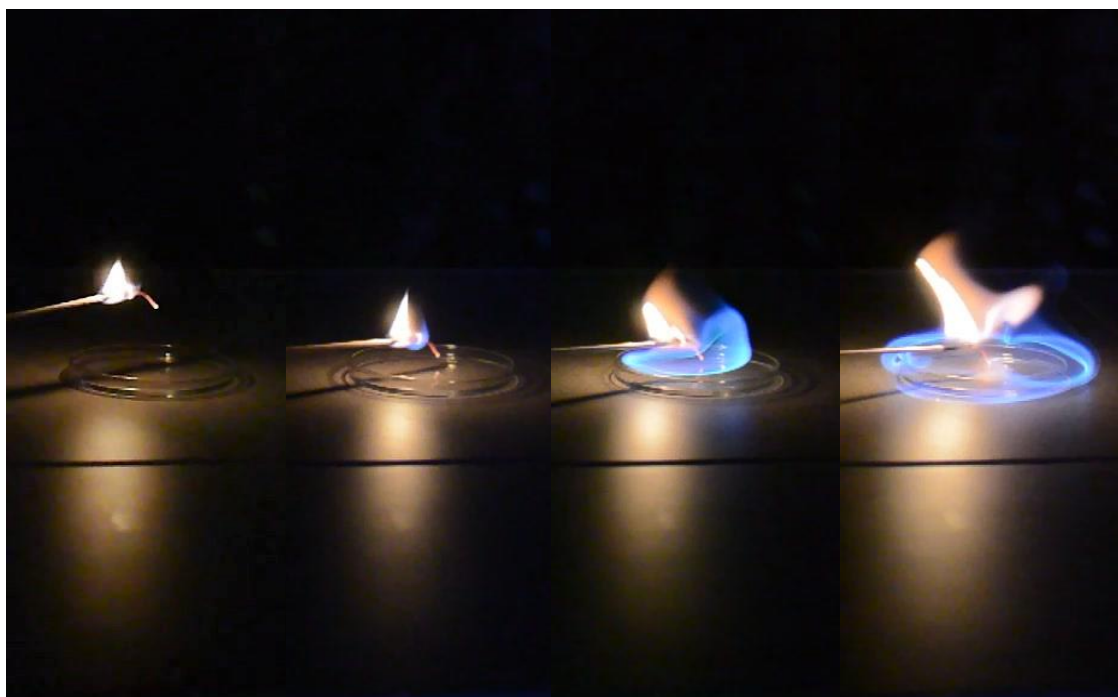
Frekvence záznamu: 400 fps

Záznam provedli: žáci

Na obrázku je v první fázi vidět přeměnu červeného fosforu na bílý s efektem samovznícení a typickým bílým plamenem pro hoření bílého fosforu. Ke vznícení zápalky dojde až po určitém čase po opuštění škrťátka. To je jev pouhým okem nezachytitelný. Tento experiment vzbudil u žáků pozornost a přinesl jim novou informaci.



## Pokus E – Vzplanutí par ethanolu



Obr. 17: Vzplanutí par ethanolu (foto žáci)

### Parametry experimentu E a záznamu obr. 17:

Název: Vzplanutí par ethanolu

Vypočtený čas mezi druhým a posledním snímkem: 0,01 sekundy

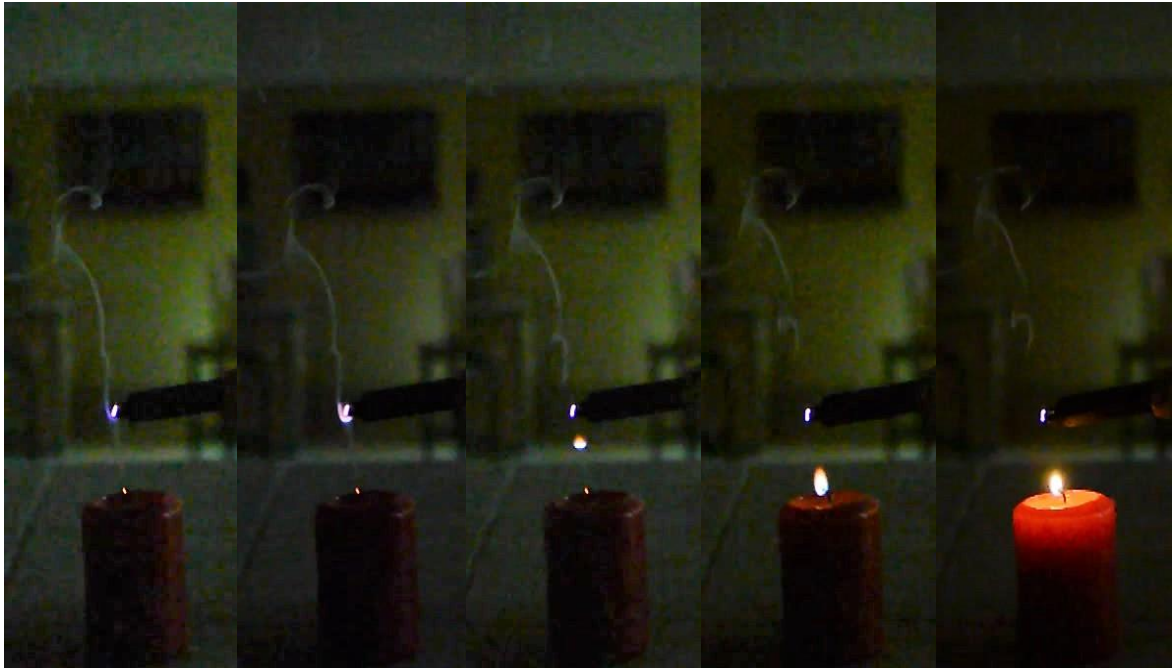
Záznamová technika: Xiaomi MiA1

Frekvence záznamu: 240 fps

Záznam provedli: žáci

Na prvním snímku je patrný plamen pouze na špejli, na druhém je již vidět bleděmodrý plamen počátečního vzplanutí par ethanolu asi 2 cm nad hladinou, na dalších snímcích již páry ethanolu jasně hoří, na posledním snímku jsou vidět i hořící páry vedle misky. Je tedy patrné, že páry ethanolu jsou těžší než vzduch. Barva plamene je typická pro ethanol.

## Pokus F – „Přiskočení“ plamene svíčky



Obr. 18: „Přiskočení“ plamene svíčky (foto žáci)

### Parametry experimentu F a záznamu obr. 18:

Název: „Přiskočení“ plamene svíčky

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,0225 sekundy

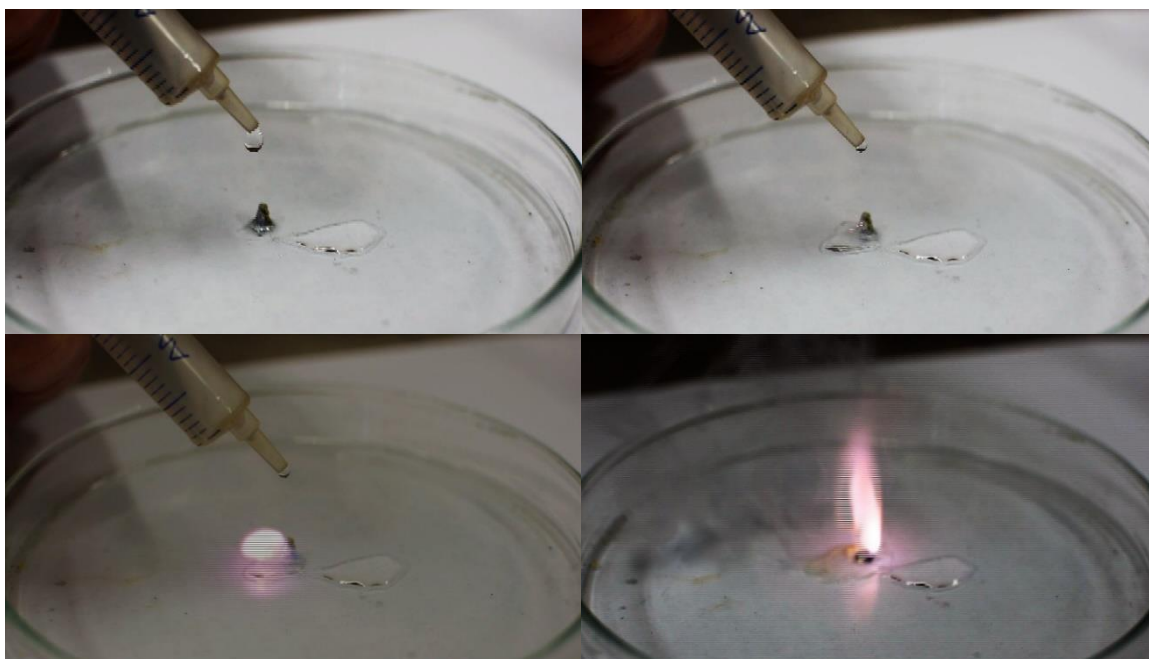
Záznamová technika: Nikon 1 J3

Frekvence záznamu: 400 fps

Záznam provedli: žáci

Na obrázcích je patrné postupné sestoupení plamene po párách vosku od zapalovače až ke knotu. Ve skutečnosti se jedná o důkaz, že u svíčky vlastně nehoří knot, jak se domnívali žáci, ale páry vosku.

## Pokus G – Reakce draslíku s vodou



Obr. 19: Reakce draslíku s kapkou vody (foto žáci)

### Parametry experimentu G a záznamu obr. 19:

Název: Reakce draslíku s vodou

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,13 sekundy

Záznamová technika: Lenovo Z2

Frekvence záznamu: 30 fps

Záznam provedli: žáci

Na prvním snímku je zachycena kapka před dopadem, na druhém snímku kapka vody již dopadla na draslík, při velkém zvětšení lze již vidět první malé záblesky plamene ihned po dopadu, na dalších záběrech je již typický plamen s charakteristickou barvou. Tyto záběry mají spíše doplňující charakter bez dalšího didaktického dopadu.

## Pokus H – Srážecí reakce



Obr. 20: Reakce roztoku dusičnanu stříbrného s roztokem chloridu sodného (foto žáci)

### Parametry experimentu H a záznamu obr. 20:

Název: Srážecí reakce

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 3 sekundy

Záznamová technika: Nikon 1 J3

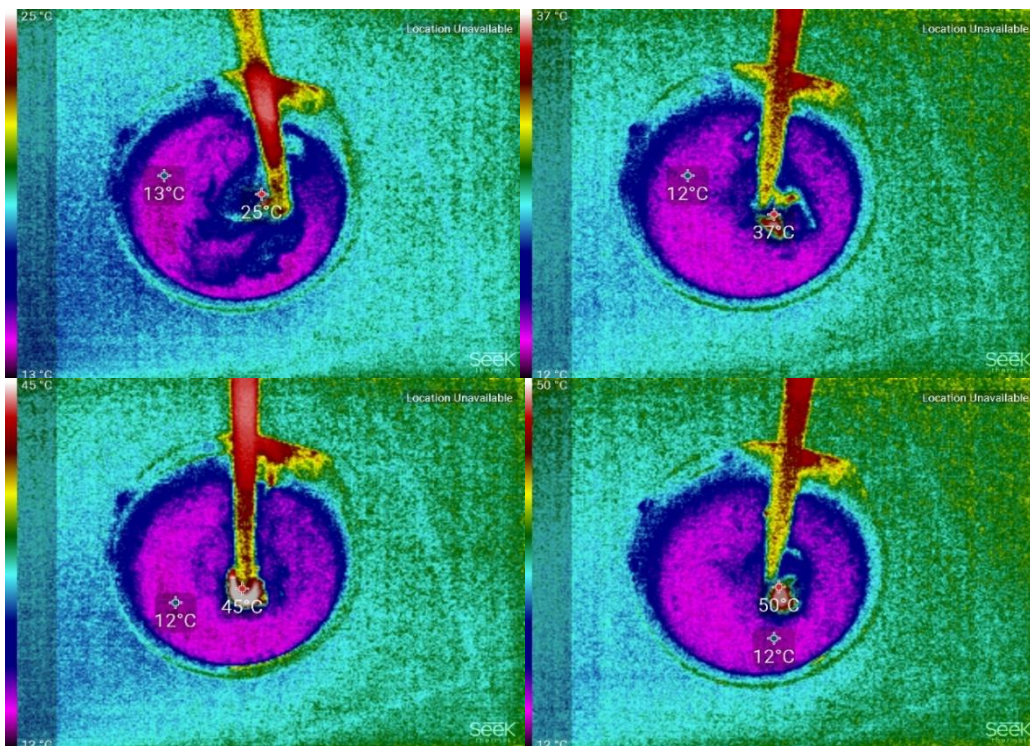
Frekvence záznamu: 400 fps

Záznam provedli: žáci

Na prvním obrázku je patrné vlévání roztoku chloridu sodného do roztoku dusičnanu stříbrného, kdy roztoky jsou těsně před kontaktem. Po prvním kontaktu se ihned tvoří bílá sraženina a její množství samozřejmě přibývá s doléváním roztoku NaCl. Přínos tohoto záznamu a analýzy je spíše doplňující.



## Pokus I – Ředění kyseliny sírové



Obr. 21: Tepelné změny při vlévání koncentrované kyseliny sírové do vody (foto autoři)

### Parametry experimentu I a záznamu obr. 21:

Název: Ředění kyseliny sírové

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 4 sekundy

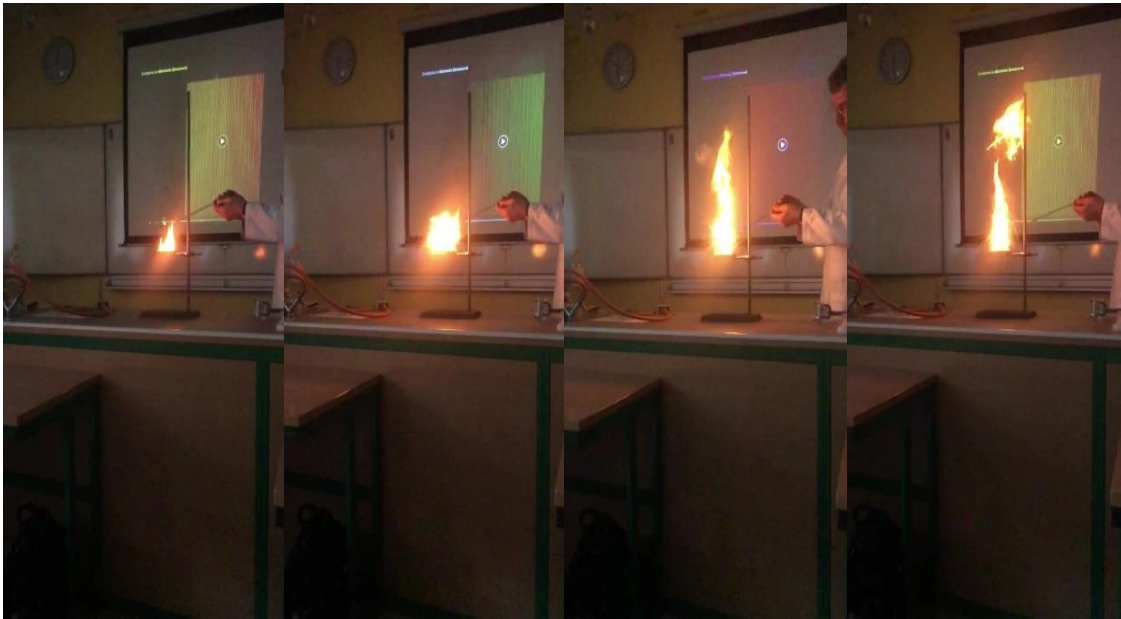
Záznamová technika: Tablet Lenovo s připojenou externí termokamerou  
ThermalSeek

Frekvence záznamu: 1 snímek za sekundu

Záznam provedli: autoři

Na obrázcích je nasnímaná shora kádinka naplněná vodou o teplotě 12°C. Do ní následně pipetou vkapáváme koncentrovanou kyselinu sírovou. Každou vteřinu jsme kápli jednu kapku. Každý obrázek je zaznamenán s odstupem 1 sekundy a je patrný jasný nárůst teploty až na 50°C u posledního obrázku v místě kontaktu s vodou. Tato forma záznamu byla žáky vítaná. V daném experimentu jsme měli možnost měřit okamžitou teplotu, což by bylo prostřednictvím jiných technik obtížné. S termokamerou jsme zaznamenávali i další termodynamicky zajímavé experimenty.

## Pokus J – Hašení oleje vodou



Obr. 22: Vlévání vody do hořícího oleje (foto žáci)

### Parametry experimentu J a záznamu obr. 22:

Název: Hašení oleje vodou

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,2 sekundy

Záznamová technika: iPhone XS

Frekvence záznamu: 30 fps

Záznam provedli: žáci

Na prvním obrázku vidíme hořící rostlinný olej v kovové misce, následně vidíme vlití cca 3 ml vody do hořícího oleje. Hořící olej je vynášen rychle se vypařující vodou. Tento experiment má dílem didaktický dopad (rozdílná hustota obou kapalin) a dílem bezpečnostní dopad. Většina žáků neměla dosud zkušenost s hořícím olejem a hořící olej by hasili vodou.

## Pokus K – Reakce dřevěné třísky s kyselinou sírovou



Obr. 23: Reakce dřevěných třísek s kyselinou sírovou (foto autoři)

### Parametry experimentu K a záznamu obr. 23:

Název: Reakce dřevěných třísek s koncentrovanou kyselinou sírovou

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 10 hodin

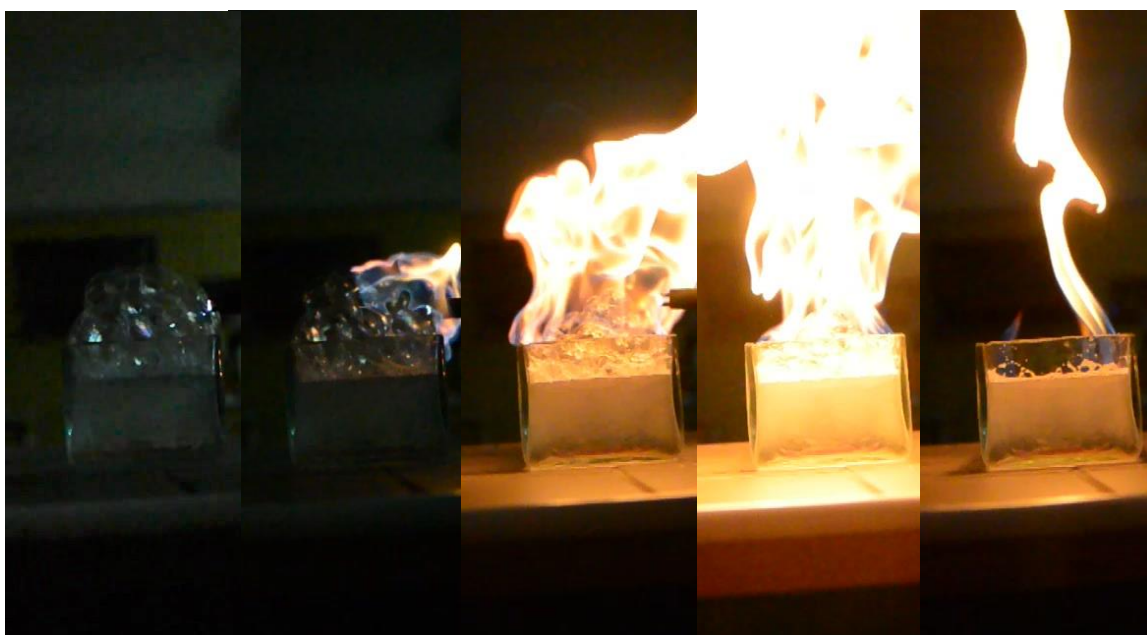
Záznamová technika: Nikon 1 J3

Frekvence záznamu: 1 snímek za minutu

Záznam provedli: žáci

Na prvním obrázku jsou připravené nalámané třísky dřeva, druhý obrázek již ukazuje jasné uhelnatění ihned po nalití koncentrované kyseliny sírové. V následných obrázcích je jasně patrná difúze uhlíkových částic do kyseliny a černání třísek. Záběry byly pořízeny v intervalech postupně 1 s, 2 minuty, 5 minut, 30 minut, 10 hodin. Z didaktického hlediska mají záběry spíše doplňující charakter.

## Pokus L – Zapálení bublin naplněných zemním plynem



Obr. 24: Zapálení bublin naplněných zemním plynem (foto žáci)

### Parametry experimentu L a záznamu obr. 24:

Název: Zapálení bublin naplněných zemním plynem

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 1,32 sekundy

Záznamová technika: Xiaomi MiA1

Frekvence záznamu: 240 fps

Záznam provedli: žáci

Na obrázcích je patrné postupné prohořívání bublin od zapalovače do celého objemu pěny. Je také patrná změna barvy plamene z bleděmodré při dokonalém spalování na oranžovou po spotřebování kyslíku. Konstatovali jsme se žáky, že didakticky významnější je zapálení zemního plynu v naší aparatuře.



## Pokus M – Zapálení bublin naplněných ethynem



Obr. 25: Zapálení bublin naplněných ethynem (foto žáci)

### Parametry experimentu M a záznamu obr. 25:

Název: Zapálení bublin naplněných zemním ethynem

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,015 sekundy

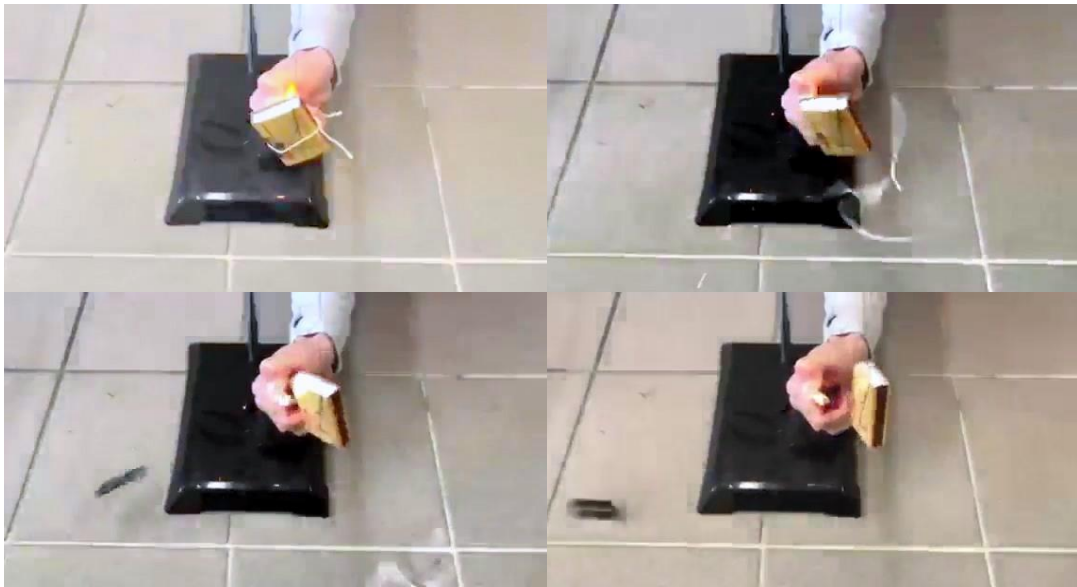
Záznamová technika: Samsung A7

Frekvence záznamu: 240 fps

Záznam provedli: žáci

Jasně svítivý plamen je typický pro ethyn. Plamen byl zároveň čadivý a stěny nádoby byly po dokončení experimentu začerněny nespáleným uhlíkem. To ale není z analýzy záznamu patrné. Nicméně je z časového intervalu patrný explozivní charakter ethynu. Tato analýza má spíše didakticky doplňující charakter. Zamýšleli jsme dokonce ethyn testovat v aparatuře, nechtěli jsme však riskovat začernění aparatury.

## Pokus N – Akce a reakce



Obr. 26: Akce a reakce – odražení krabičky zápalek od napružené žiletky (foto žáci)

### Parametry experimentu N a záznamu obr. 26:

Název: Akce a reakce

Vypočtený čas mezi prvním a posledním snímkem: 0,025 sekundy

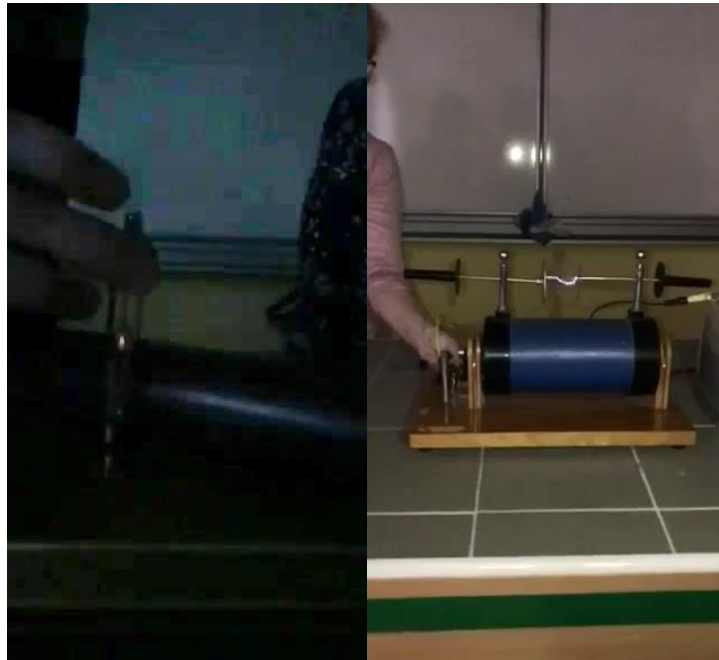
Záznamová technika: iPhone XS

Frekvence záznamu: 240 fps

Záznam provedli: žáci

Na obrázcích je vidět postupně přepalování provázku, který přidržuje ohnutou žiletku na krabičce zápalek, po přepálení žiletka odskakuje jedním směrem, krabička se podle zákona akce a reakce pohybuje směrem opačným. Pro takové fyzikální experimenty se nám tento způsob záznamu jevil jako nezajímavý a didakticky neefektivní.

## Pokus 0 – Statická elektřina



Obr. 27: Statická elektřina a elektrický výboj (foto žáci)

### Parametry experimentu 0 a záznamu obr. 27:

Název: Statická elektřina

Záznamová technika: iPhone XS

Frekvence záznamu: 240 fps

Záznam provedli: žáci

Vzhledem k nízkému světelnému výkonu výboje statické elektřiny, který nebylo možné kvalitně zaznamenat (první obrázek), jsme nakonec použili Ruhmkorffův transformátor, kde je výboj jasně patrný. Objevil se pouze na jednom snímku. Ze vzdálenosti desek transformátoru bychom mohli vypočítat náboj, ale k tomu není nutný tento záznam. Spíše pro zajímavost je vidět tvar výboje.

V patnácti experimentech jsme testovali možnosti záznamu a následné videoanalýzy. Ukázalo se, že mimo naši aparaturu mají největší didaktický přínos experimenty s rychlým průběhem ve smyslu vzplanutí a explozí. Fyzikální experimenty mají menší didaktický dopad. V následujícím výzkumu chceme zjistit, jak můžeme se záznamy pracovat a jaký k těmto aktivitám zaujmou žáci i kolegové učitelé postoj.

## 4 Výzkum

### 4.1 Výzkumný design

Pokud se vrátíme k předchozím kapitolám, můžeme konstatovat dvě základní fakta. Zaprvé jsme připravili experiment a aparaturu pro demonstraci. Připomeňme, že se jedná o model spalovacího motoru, přesněji simulaci zážehu hořlavé směsi běžného nebo alternativního paliva. Zadruhé jsme si nastavili postupy sledování a záznamu experimentu, kdy využijeme záznamová zařízení samotných studentů v režimu BYOT (mobily neboli smartphony) nebo další běžně dostupná školní záznamová zařízení (fotoaparát s možností záznamu s vysokou frekvencí snímků). Následně budeme záznamy analyzovat a pracovat s nimi v prostředí sociálních sítí.

Za základ lze považovat výběr vhodného typu výzkumu. V zásadě jsme se rozhodli pro kvalitativní výzkum realizovaný formou případové studie. Ve výběru nás podpořily výhody, které tento typ výzkumu přináší (Hendl, 2008):

- Získává podrobný popis a vhled při zkoumání jedince, skupiny, fenoménu, události.
- Zkoumá fenomén v přirozeném prostředí.
- Umožňuje studovat procesy.
- Umožňuje navrhnout teorie.
- Dobře reaguje na místní situace a podmínky.
- Hledá lokální příčinné souvislosti.
- Pomáhá při počáteční exploraci fenoménů.

*„Cílem výzkumu bude porozumět věci tak, jak jí rozumějí sami aktéři“* (Denzin, Lincolnová, 2005). Toto hledisko je důležité především v kvalitativním výzkumu a Bryman (2008) jej označuje jako „pohled z perspektivy subjektu“. To znamená popis všech detailů reality, chápání chování a významu v sociálním kontextu, důraz na čas a proces. Lidé jsou zkoumáni v přirozeném prostředí, přičemž můžeme rozlišit dvě perspektivy úhlu pohledu: *emic* perspektiva zachycuje význam událostí z pohledu jedince, zatímco *etic* perspektiva postihuje pohled jiné skupiny, pohled obecnější a mezikulturní.

## Časový harmonogram výzkumu

rok	design aparatury	rešerše	didaktická analýza	případová studie	interpretace výsledků
2014					
2015					
2016					
2017					
2018					
2019					

Tab. 2: Časový harmonogram výzkumu

Relativně dlouhou dobu jsme vyvíjeli aparaturu. Následně jsme hledali vhodné experimenty, které s aparaturou zrealizujeme. Stanovili jsme způsoby, jakými budou žáci experimenty v aparatuře zaznamenávat, zpracovávat a následně sdílet.

V zásadě nám v našem výzkumu nejde tolik o zjištění, zda žáci látku souvztažnou s našimi experimenty budou po absolvování aktivit lépe ovládat a lépe jí rozumět. V rámci předvýzkumu jsme již provedli kvantitativní ověřování vědomostí získaných z aktivit formou pretestu, posttestu a retenčního testu s vesměs pozitivním výsledkem. Nás zajímají spíše postoje žáků k celkovému pojetí – tedy: experiment – záznam (BYOT) – sdílení. Chceme monitorovat v celém průběhu aktivit jejich chování, zájem a přístup, dále prostřednictvím analýzy sociálních sítí monitorovat jejich činnosti následně po aktivitách. Samozřejmě nás bude také zajímat postoj vyučujících.

V roce 2017 jsme provedli s jednou třídou pilotní šetření. Vybrali jsme jednoduchý experiment v naší aparatuře na téma vlastnosti vodíku. Prováděli jsme v ní ověřování meze výbušnosti vodíku a sledovali jsme průběh rychlého hoření vodíku. Experimenty jsme natáčeli a následně v uzavřené skupině sdíleli v prostředí sociální sítě.

Pro důležitější vyhodnocení aktivit jsme si vybrali skupinu, přesněji třídu žáků 2. ročníku – celkem 30 respondentů – oboru Zdravotnický asistent na Vyšší odborné škole zdravotnické a Střední zdravotnické škole v Trutnově. Skupinu tvořilo 28 dívek a 2 chlapci ve věku 16 až 17 let. Chemie se v daném oboru vyučuje 2 hodiny týdně v 1. a 2. ročníku. Důvodem pro výběr této skupiny byla její znalost (tazatel je ve třídě vyučujícím 11 měsíců), ochota skupiny zapojit se do výzkumu a její

vybavenost vlastními smartphony. Od samého počátku práce s aparaturou, smartphony a sociálními sítěmi byli žáci informováni o zařazení do výzkumu. Ve škole je volně přístupná wi-fi.

Využili jsme formy kvalitativní i kvantitativní formy výzkumu, tedy formu smíšeného výzkumu.

V rámci kvalitativní části jsme volili formu dotazování, přesněji formu skupinového interview. Otázky byly otevřené a vztahovaly se k názorům a pocitům respondentů. Rozhovory probíhaly ve dvou po sobě jdoucích 60minutových blocích ve skupinách po 15 žácích. Formu rozhovoru jsme volili z důvodu bezprostředního vizuálního kontaktu a získání více spontánních reakcí včetně možnosti položit doplňující otázky.

	Otázka č.	Otázka
Úvodní otázky	1	Měli jste někdy v minulosti zkušenost se zapojením smartphonů ve výuce?
	2	Bylo ve Vaší předcházející základní škole zakázáno nebo omezeno používání smartphonů?
	3	Je pro vás smartphon běžný nástroj denní potřeby?
	4	Omezili byste používání smartphonů ve škole?
	5	Můžete posoudit, jak dokážete využít možnosti smartphonu? (videozáznam, zpomalený záznam, sociální sítě)
	6	Využíváte sociální sítě?
Otázky k zapojení smartphonů do výuky chemie	7	Uvítali jste zapojení smartphonů do výuky chemie?
	8	Jak jste zvládali úkoly zadané při aktivitách?
	9	Co byl největší problém při záznamu experimentů ve válci?
	10	Byl pro Vás přínosem záznam experimentů a jeho následná prezentace?
	11	Přispěly záznamy k Vašemu lepšímu pochopení tématu „vodík“?
Otázky k zapojení sociálních sítí v chemii	12	Máte nějakou zábranu pracovat se získanými materiály a úkoly na sociální sítí?
	13	V jakém časovém intervalu jste se vraceli k materiálům na sociálních sítích?
	14	Uvítali byste zapojení sociálních sítí do výuky jiných předmětů?
	15	Uvítali byste, kdyby Vaše aktivity na sociálních sítích byly nástrojem hodnocení?
	15	Máte vlastní návrhy, jak zapojit smartphony a sociální sítě do výuky?

Tab. 3: Přehled otázek pro skupinové interview

Do výsledků jsme uvedli pouze výčet pro nás významných odpovědí.

Otázka č.	Odpověď
1	ano, na základní škole (2), na střední škole (0), nikdy (28)
2	úplný zákaz (2), omezení na výuku (24),
3	velmi často, téměř závislost (8), denně a často (19), občas (3)
4	spíše regulovali pokynem učitele nebo školním řádem (30), pro absolutní zákaz (0)
5	fotografie, video (30), zpomalený záznam (10), rozlišení barev (2), hlasitost (2), internet (30)
6	ano, každý den (28), občas (2)
7	ano, určitě (21), neutrální postoj (9), častěji (9), méně často (0)
8	bylo to zábavné (18), v pohodě (10), měl/a jsem strach nebo nervozita (5), zmatkoval/a jsem (6), moc mi to nešlo (5)
9	trefit ten správný okamžik (12), nezmatkovat (6), nebát se (5)
10	ano, bavilo mne to (18), neutrální postoj (5), spíše ne (7)
11	ano (23), spíše ne (7)
12	nemám (28), Facebook moc nemusím (2)
13	ještě téhož dne (30), do 60 minut (18),
14	ano (28), je mi to jedno (2)
15	ano (10), záleží na učiteli a předmětu (15), ne (5)
16	bylo by vhodné zakoupit školní smartphony (14), na sociálních sítích publikovat záznamy z jiných kamer (11), použít UV kameru připojenou k smartphonu (2)

Tab. 4: Vyhodnocení odpovědí – kódy: postoj nebo sdělení (počet žáků)

Zjistili jsme, že pro 70 % respondentů jsou takové aktivity zajímavé a vítají je, ostatním nevadí. Nebyl nikdo, kdo by aktivity o hodině a následně na sociálních sítích odmítal. 2 respondenti využívají sociální sítě zřídka, ale nebyl pro ně problém se do využívání v rámci našich aktivit zapojit. Celkově lze postoj respondentů

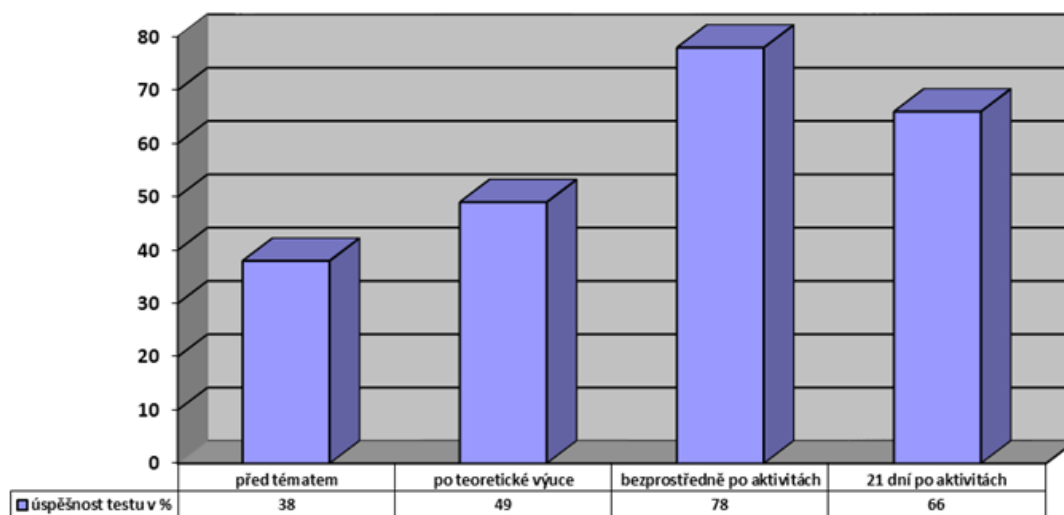


charakterizovat jako pozitivní. V závěru skupinového interview respondenti sami navrhovali možné další aktivity za použití smartphonů.

Na téma paliv, konkrétně téma „Vodík“, jsme před tématem, po teoretickém výkladu, následně bezprostředně po našich aktivitách a poté 21 dní po ukončení aktivit zadali test. Očekávali jsme pozitivní posun v úspěšnosti žáků v testech po absolvování aktivit.

Jednalo se konkrétně o nestandardizovaný test výsledků výuky na téma „Vodík“, který obsahoval 15 uzavřených úloh s výběrem odpovědí a 5 doplňovacích testových úloh. Test je přílohou č.2. Výsledky testů byly žákům sděleny až po absolvování všech testů.

Výsledky úspěšnosti těchto testů uvádíme v následujícím grafu.



Graf č. 1: Výsledky úspěšnosti žáků v testech na téma „Vodík“ v různých fázích aktivit (zdroj autoři)

Výsledky tohoto předběžného výzkumu naznačují, že dopad našich aktivit je pozitivní na zapamatování a fixaci učiva. Dle našeho názoru a pozorování byl patrný pozitivní postoj žáků k aktivitám a zaznamenali jsme větší pozornost a zájem při probírání učiva.

Pro realizaci samotného výzkumu jsme vybrali žáky 1. a 2. ročníku Střední zdravotnické školy v Trutnově. Skupinu tvoří zhruba 160 žáků. Chemie je na této škole vnímána jako profilový předmět. Výhodou je, že autor společně s dalšími 2 vyučujícími chemie jsou připraveni výzkum podpořit a realizovat.

Jako konkrétní výzkumné metody jsme si stanovili tyto:

- Pozorování průběhu hodiny během aktivit prostřednictvím proškoleného hospitujícího kolegy – segmentace, poznámkování, kódování a postihování vztahů. Následná transkripce záznamů.
- Skupinové interview se žáky bezprostředně po aktivitách.
- Pozorování a následná analýza komunikace, přístupů a plnění úkolů v rámci uzavřené skupiny na sociální síti.
- Případová studie.

Případová studie by měla být stěžejním výsledkem celého našeho disertačního projektu. Tuto studii bychom rádi prezentovali v odborných publikacích. Domníváme se také, že náš transparentní model je vhodný k výrobě a pro distribuci jako školní pomůcka. Pokud ji budeme schopni doplnit o vhodnou metodiku a pozitivní výstupy výzkumu, může se pro zájemce z řad učitelů chemie stát vhodnou pomůckou při realizaci projektové a badatelské výuky chemie.

## 4.2 Vlastní výzkum

Již jsme uvedli, že jsme se rozhodli k našim aktivitám realizovat kolektivní případovou studii. „Případová studie je skutečnou výzkumnou strategií, a nikoli jednotlivou výzkumnou technikou, neboť badatel kromě více informačních zdrojů využívá veškeré dostupné metody sběru dat. Podstatné vždy je, že v případové studii badatel usiluje o komplexní porozumění případu v jeho přirozeném prostředí“ (Švaříček, Šed'ová, 2007).

V tomto výzkumu, v této studii chceme v maximální možné míře koncentrovat a zobecnit názory a postoje žáků a kolegů učitelů na naše aktivity spojené právě s videoanalýzou chemických a i jiných přírodovědných experimentů. K tomuto výzkumu chceme připojit i studii aktivit žáků na sociálních sítích. Klademe si za cíl na konkrétních aktivitách tyto postoje a názory získat, analyzovat a v podstatě stanovit jejich životaschopnost, účelnost a schopnost dalšího využití, rozvoje a rozšiřitelnosti.

Veškeré iniciativy, návrhy a realizace směřují k jednomu cíli. Tím je samozřejmě zvýšit zájem o předmět chemie, zlepšit zapojení studentů do procesu výuky a do aktivizačních metod. K tomu chceme využít i současné atributy žáků, tj. jejich zájem

o multimédia a jejich aktivity na sociálních sítích. Chceme tak vstoupit do prostředí, které je jim blízké a přívětivé a jsou zvyklí v něm trávit volný čas. Tak se nenásilně snažíme dostat s chemickými aktivitami do jejich oblasti zájmu. Proto jsme se rozhodli pro kvalitativní výzkum, přesněji případovou studii. Chceme z více směrů sledovat reakce žáků na takové aktivity, zjišťovat jejich postoje a názory. K tomu chceme doplnit i stanoviska a názory kolegů učitelů, kteří mají již pedagogické zkušenosti a dokáží na jejich základě posoudit přínos nebo změnu v postojích žáků.

Zvolili jsme paradigma nových přístupů k výuce chemie a ostatních přírodovědných předmětů, postavených na myšlence aktivního zapojení žáků a studentů do výuky ve smyslu výuky projektové, výuky badatelské, blended learningu atp.

Pro takovou studii jsme si stanovili následující dílčí úkoly:

- Vytvoření expertní skupiny – učitelů chemie i jiných přírodovědných předmětů ze středních i základních škol. Tato skupina měla za úkol provádět hospitace na hodinách, kde se realizovaly naše aktivity spojené s videoanalýzou vybraných chemických experimentů. Tito učitelé prováděli pozorování, kódování a segmentaci získaných dat a následně společně analyzovali získaná data. Skupina učitelů – expertů byla různorodá z pohledu délky pedagogické praxe. Záměrně jsme vybrali i učitele jiných přírodovědných předmětů. Chtěli jsme získat i pohled a názor učitelů jiného zaměření, kteří mohou posuzovat aktivity nezatížení znalostmi z chemie a naopak lépe posoudit srozumitelnost a přínos didaktického transferu. Expertní skupinu jsme zvolili šestičlennou.
- Společně s expertní skupinou jsme vybrali 15 modelových experimentů chemického a fyzikálního charakteru, které jsme spolu s podrobným návodem zvolili jako paradigma pro vybrané vyučovací hodiny, v nichž jsme výzkum realizovali.
- V rozmezí let 2017 a 2018 jsme postupně v jednotlivých třídách žáků Střední zdravotnické školy v Trutnově a doplňkově ve skupině žáků ze základní školy ověřovali navrhované postupy. Žáky ZŠ jsme zařadili do výzkumu za účelem srovnání výsledků výzkumu s jinou věkovou kategorií. Ve vybraných skupinách jsme následně prováděli experimenty spojené

s popisovanými aktivitami. Výsledky výzkumu byly získány z řízeného rozhovoru s členy experimentálních skupin, dále pak ze závěrů plynoucích z pozorování realizovaného expertním týmem a z analýzy jejich společných aktivit na sociální síti.

### Schéma realizace výzkumu

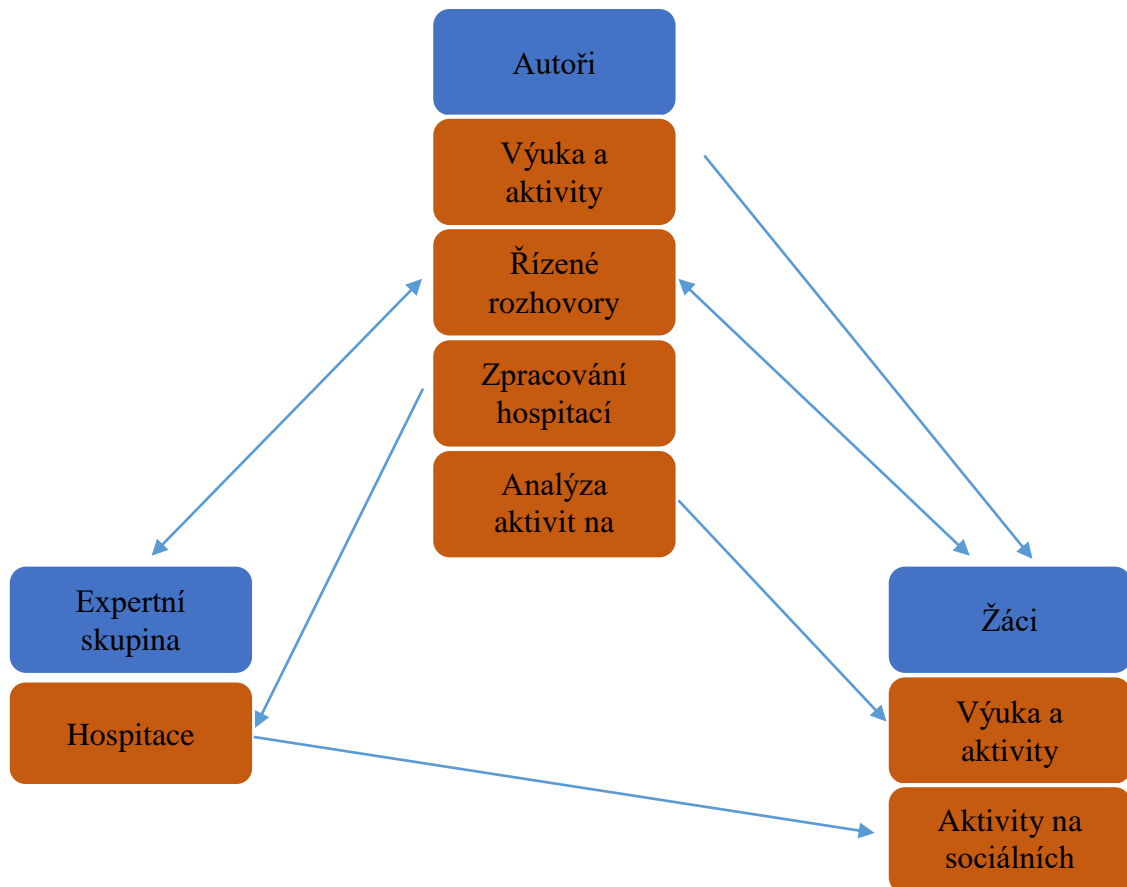


Schéma č. 2: Realizace výzkumu na SZŠ a VOŠZ Trutnov (zdroj autoři)

### 4.3 Expertní skupina

Jak jsme již uvedli, expertní skupina byla složena z 6 pedagogů, učitelů na střední a základní škole. Jedním ze základních parametrů spolupráce byla skutečnost, že ve výstupech a materiálech nebudeme uvádět jejich jména. Celý expertní tým byl vybrán na základě odbornosti a dobrovolnosti přizvaných. V přípravné fázi byli v červnu 2018 písemně informováni formou dohody o aktivitách, kterých budou účastni a na kterých se budou podílet. Tato dohoda je přílohou této práce č.3.

## Členové týmu:

### 1. člen

Pohlaví a věk: žena, 41 let

Vzdělání: vysokoškolské učitelské, obor matematika, chemie a informatika

Délka pedagogické praxe: 10 let základní škola, 8 let střední odborná škola

Praxe s natáčením experimentů není.

Praxe se zapojením sociálních sítí do výuky není.

### 2. člen

Pohlaví a věk: žena, 36 let

Vzdělání: vysokoškolské učitelské a vysokoškolské ekonomické, obor matematika, fyzika a ekonomika

Délka pedagogické praxe: 12 let střední odborná škola

Praxe s natáčením experimentů není.

Praxe se zapojením sociálních sítí do výuky není.

### 3. člen

Pohlaví a věk: muž, 59 let

Vzdělání: vysokoškolské učitelské, obor biologie a chemie

Délka pedagogické praxe: 10 let gymnázium a 4 roky střední odborná škola

Praxe s natáčením experimentů není.

Praxe se zapojením sociálních sítí do výuky není.

### 4. člen

Pohlaví a věk: žena, 50 let

Vzdělání: vysokoškolské učitelské, obor biologie a chemie

Délka pedagogické praxe: 24 let základní škola

Praxe s natáčením experimentů není.

Praxe se zapojením sociálních sítí do výuky není.

## 5. člen

Pohlaví a věk: muž, 49 let

Vzdělání: vysokoškolské učitelské, obor matematika a fyzika

Délka pedagogické praxe: 25 let základní škola

Praxe s natáčením experimentů je.

Praxe se zapojením sociálních sítí do výuky není.

## 6. člen

Pohlaví a věk: muž, 60 let

Vzdělání: vysokoškolské učitelské, obor matematika, fyzika a informatika

Délka pedagogické praxe: 20 let střední odborná škola

Praxe s natáčením experimentů je.

Praxe se zapojením sociálních sítí do výuky není.

Z výše uvedených údajů vyplývá poměrně vysoký věkový průměr skupiny, který činí 49 let a průměrná délka pedagogické praxe činí 18,8 let. Výhodou této expertní skupiny je výrazná zkušenost jejich členů v oblasti didaktické. Během své pedagogické kariéry měli sami možnost sledovat vývoj didaktických postupů, metod a jejich inovací. Mohli tak porovnávat vývoj materiálních didaktických prostředků v historickém kontextu a srovnat je s prostředky, postupy a metodami používanými při výzkumu. Členové expertní skupiny byli také vybíráni s ohledem na předpoklady po stránce odbornosti tyto změny v navrhované metodice postihnout.

První informativní schůzka proběhla v září 2018. Na této schůzce jsme seznámili členy expertní skupiny s programem aktivit a s jejich úkoly. Také jsme členům rozdali pojednání k této práci, aby se mohli seznámit s teoretickými východisky práce a sjednotili jsme se na společné terminologii.

Na druhé schůzce proběhl řízený strukturovaný rozhovor s otevřenými otázkami. Strukturovaný rozhovor s otevřenými otázkami sestává z řady pečlivě formulovaných otázek, na něž mají jednotliví respondenti odpovědět. Pružnost sondování v kontextu situace je omezenější než v jiných typech rozhovorů. Redukuje se tak pravděpodobnost, že se data získaná v jednotlivých rozhovorech budou výrazně strukturně lišit. Tento typ rozhovoru je vhodný, pokud ho nemáme možnost opakovat (Hendl, 2012). Snažili jsme se v tomto rozhovoru vyhnout

citlivým otázkám, které by mohly být členům týmu nepříjemné a otázky jsme kladli tak, abychom eliminovali ovlivňování respondentů. Za výhodu tohoto postupu považujeme skutečnost, že jasně víme, kdo odpovídá a dokončení rozhovoru je stoprocentní. Dále jsme byli schopni otázky upřesňovat v případě neúplného porozumění a spolupracovat na preciznější formulaci odpovědí. Přehled otázek uvádíme v následujícím přehledu:

### **Část A – postoje k videozáznamům experimentů při hodinách chemie nebo jiných přírodních věd**

1. Má podle Vás význam zařazovat videozáznamy chemických a přírodovědných experimentů do výuky chemie?
2. Mají mít tyto videozáznamy dominantní postavení o hodinách chemie nebo pouze jako doplnění teoretické výuky?
3. Domníváte se, že má učitel SŠ i ZŠ k dispozici dostatek kvalitních a vhodných videozáznamů chemických a přírodovědných experimentů?
4. Je dostatek časového prostoru pro zařazování videozáznamů do hodin chemie?
5. Může se sledování videozáznamů experimentů zařadit do domácí přípravy žáků nebo se má realizovat pouze o vyučovací hodině?

### **Část B – postoj k analýze videozáznamů experimentů**

1. Znáte nějaké technické možnosti, jak videozáznam experimentů analyzovat?
2. V čem můžete vidět přínos pro výuku takové videozáznamy analyzovat?
3. Myslíte si, že by takovou analýzu mohli provádět i žáci?
4. Za jakých okolností a podmínek byste sami takovou analýzu prováděli?
5. Máte nějakou představu, jak by se mohla videoanalýza přírodovědných experimentů dál vyvíjet?

### **Část C – postoj k mobilním technologiím ve výuce**

1. Jaký způsob využití mobilních telefonů ve výuce jste schopni akceptovat?
2. Znáte mobilní aplikace vhodné pro videoanalýzu experimentů?
3. Preferujete spíše využití školní techniky nebo mobilních technických zařízení ve vlastnictví žáků (BYOT)?

4. Je podle vás vhodné umístit na sociální síť záznamy experimentů?
5. Jaká omezení ve využívání mobilních telefonů ve škole preferujete?

#### **4.3.1 Vyhodnocení řízeného strukturovaného rozhovoru s expertní skupinou**

Řízený strukturovaný rozhovor probíhal v září roku 2018 za účasti kompletního expertního týmu. Základními předpoklady bylo předchozí seznámení s pojednáním k této práci. Požádali jsme členy týmu, aby své odpovědi vztahovali k době před seznámením se s pojednáním k této práci.

##### **4.3.1.1 Vyhodnocení části A – postoje k videozáznamům experimentů při hodinách chemie nebo jiných přírodních věd**

Všichni členové expertního týmu se v první otázce shodli na tom, že zařazování projekce videozáznamů do hodin přírodních věd má smysl. Největšího významu nabývá tato projekce v momentě, kdy vyučující řeší časovou tíseň a nemá prostor pro přípravu experimentu, nebo je experiment natolik ekonomicky, materiálově nebo bezpečnostně náročný, že ho nelze v podmínkách třídy realizovat. Všichni považují reálný experiment za velmi důležitou součást výuky, videozáznam je pouze jeho nahrazením. Význam ale může růst s jeho analýzou a fázováním. 5. a 6. člen týmu uvedli pozitivní dopad v případě, kdy záznam pořizují oni sami nebo žáci. Potom se nabízí další prostor pro aktivity s tímto záznamem.

Ve druhé otázce 5. a 6. člen týmu považují použití videozáznamu za dominantní prostředek o hodinách přírodních věd. Podmínkou však je skutečnost, že takový záznam si právě vytvořili sami nebo ve spolupráci se žáky. Od tohoto záznamu se dle nich mohou odvíjet další aktivity během hodiny. Ostatní členové týmu považují zařazení takových záznamů spíše jako doplněk k teoretické výuce.

Ve třetí otázce se všichni členové týmu shodli na skutečnosti, že je v současné době díky internetu velké množství obrazového a filmového materiálu, které splňuje parametry využití ve výuce přírodních věd. Všichni členové se také shodli, že problematickou oblastí je kvalita a věcná správnost. Zde musí fungovat recenze před využitím právě za strany vyučujícího. Zajímavým názorem přispěl člen č. 5, kdy nechává právě žáky recenzovat příspěvky.



V čtvrté otázce se tři členové týmu, č. 1, 3 a 4 shodli na skutečnosti, že na základní škole tento prostor existuje, pokud si učitel dokáže efektivně rozplánovat učivo. Tedy je to vlastně na způsobu organizace samotného vyučujícího. Zbylí členové včetně člena č. 1 konstatovali, že na střední škole díky aktuálním úpravám RVP se časový prostor omezuje, ale i zde je to o organizaci hodiny. V tomto bodě se objevila diskuse na téma vytvoření prostoru za cenu snížení nároků vyřazením nebo redukcí některých témat chemie nebo fyziky. Touto diskusí se ale dále nezabýváme, neboť není předmětem této práce.

V páté otázce oblasti A se členové vyjádřili k možnosti zařazení videozáznamů experimentů do domácí přípravy žáků. Nikdo z členů s tím neměl větší problém. Shoda ale panovala v nutnosti recenzí videozáznamů ze strany odborníků, resp. vyučujících. Zajímavým námětem byla již zmíněná zkušenost člena č. 5 s domácí aktivitou žáků, kdy žáci sami recenzují, vyhledávají chyby a navrhují jiná řešení.

#### **4.3.1.2 Vyhodnocení části B - postoj k analýze videozáznamů experimentů**

V první otázce této části jsme se dotazovali, jaké povědomí měli členové týmu o technických možnostech, jak analyzovat videozáznamy přírodovědných experimentů. Pokud jsme diskutovali o způsobu záznamu, nebyl mezi členy názorový rozpor a ani rozdíl v povědomí o technických možnostech. Všichni členové uvedli možnosti digitálních videokamer, digitálních fotoaparátů a kamer integrovaných v tabletech a smartphonech. Tři členové (č. 1, 2 a 5) věděli o možnosti záznamů tzv. high-speed způsobem u výše uvedených zařízení, který umožňuje zpomalenou projekci. Pouze člen č. 5 ví o možnosti rozložení videozáznamů na jednotlivé snímky softwarovým nástrojem a o možnosti natáčet IR kamerou.

Ve druhé otázce jsme se zabývali přínosem takové analýzy pro výuku. V této otázce považovali všichni členové videoanalýzy určitě za přínosné, nedokázali ale jednoznačně posoudit míru přínosu, což vzhledem k malé nebo žádné zkušenosti bylo pochopitelné.

Ve třetí otázce této části se vyjadřovali členové k možnosti, kdy videoanalýzu provádějí přímo samotní žáci. Ani zde nikdo nevystupoval záporně k této možnosti. Všichni členové se shodli na skutečnosti, že žáci dnes dokáží ovládat mobilní záznamové technologie aktivně a bez problémů. Jedním z důvodů je i skutečnost, že

ovládání záznamu a způsoby prezentace jsou uživatelsky jednoduché a přívětivé. A trend zjednodušování stále pokračuje. Členové č. 1 a 2 však uvedli, že k samotné prezentaci videoanalýz bude určitě zapotřebí supervize vyučujícího, protože může dojít k chybným interpretacím. Člen č. 6 ale uvedl, že i chybná interpretace může být přínosná.

V další otázce jsme se dotazovali členů týmu, zda jsou a za jakých podmínek ochotni realizovat takové videoanalýzy. Členové č. 5 a 6 takové videoanalýzy už sami provádějí, nerozkládají však videa na jednotlivé obrázky. Jedinou překážkou jim je časová náročnost. Členové č. 1, 2, 3 a 4 jsou v případě dostatečného seznámení s metodikou a ekonomicky a technicky přívětivého technického vybavení ochotni takovou metodu realizovat.

V poslední otázce této oblasti jsme se členů dotazovali na jejich názor ve smyslu budoucnosti této metody, přesněji na to, zda se tato metoda dále může vyvíjet. Všichni členové se shodli, že vývoj může následovat, ale kromě člena č. 6 nemají konkrétní představu. Člen č. 6 uvedl směřování k virtuální realitě a 3D projekci.

#### **4.3.1.3 Vyhodnocení části C – postoj k mobilním technologiím ve výuce**

Na první otázku této části jsme u členů týmu narazili zpočátku na vesměs odmítavá stanoviska, po upřesnění otázky se člen č. 3 se nadále stavěl odmítavě k jakémukoliv využívání mobilních telefonů o hodinách. Ostatní členové připustili možnost, kdy na výzvu učitele využívají žáci mobilní telefony pro vyhledávání v síti internetu nebo právě pro fotografování a záznamy experimentů. Všichni se shodli na nepřipustnosti komunikace a používání sociálních sítí pro soukromé účely.

Ve druhé otázce členové č. 2, 5 a 6 věděli o možnosti záznamu na mobilních zařízeních včetně schopnosti záznamu vysokou rychlostí tak, aby šlo záznamy prezentovat ve zpomaleném režimu. Nikdo kromě člena č. 5 neznal konkrétní aplikaci pro rozklad záznamů na jednotlivé snímky. Všichni členové však tuší, že takové aplikace existují.

Pokud jde o třetí otázku, tým se rozdělil na poloviny, členové č. 3, 5 a 6 prosazovali spíše variantu využití školní techniky, konkrétně tabletů. Zbylí členové akceptovali spíše postup, kdy žáci používají vlastní technologie. V tomto případě, dle názoru těchto členů, odpadá nutnost servisu, aktualizací a nabíjení školní techniky. K této

otázce byla poměrně dlouhá diskuse s argumenty pro a proti využití školní techniky versus vlastní techniky žáků.

Pouze dva členové, přesněji č. 5 a 6 si dokáží představit využití sociálních sítí k umístování videí a analýz videí do prostředí sociálních sítí. Této oblasti se týkala čtvrtá otázka. Ostatní členové získávají představu o této možnosti, stavěli se k ní však skepticky. Jako důvody, proč spíše sociální sítě nepoužívat, uváděli rizikovou ochranu osobních dat, blíže nespecifikovanou nebezpečnost a malou zkušenost s tímto použitím.

V poslední otázce tohoto rozhovoru jsme se zaměřili na v poslední době velmi diskutovanou restriktivní část ve vztahu k mobilním technologiím. Člen č. 3 trval na úplném zákazu používání vlastních mobilů a mobilních technologií minimálně během vyučovacích hodin, ostatní členové se shodli na regulaci používání mobilů a mobilních technologií ve školním řádu ve smyslu využívání pouze se souhlasem učitele ke vzdělávacím potřebám.

Celý rozhovor trval 1 hodinu a 54 minut, během rozhovoru panovala konstruktivní atmosféra. Jsme přesvědčeni, že členové týmu odpovídali pravdivě a své odpovědi nijak nezkreslovali. Po rozhovoru proběhlo proškolení všech členů týmu k dalším aktivitám, kterými budou hospitační činnosti.

#### **4.3.2 Závěry z řízeného rozhovoru**

Pokud shrneme výsledky celého rozhovoru, můžeme konstatovat racionální, objektivní a zkušený přístup členů týmu. Nikdo z členů nebyl radikálním zastáncem využívání videozáznamu a jejich zkušenosti s touto aktivitou nebyly velké. Jako kontroverzní, ale přínosné a zajímavé, se bude v následující části výzkumu jevit sledování a vyhodnocení záležitostí týkající se využívání vlastních mobilních telefonů pro záznam a pro práci se sociálními sítěmi.

#### **4.4 Hospitační činnost členů expertního týmu**

Dalším úkolem pro expertní skupinu byla pozorovací - hospitační činnost na vyučovacích hodinách, kde probíhaly aktivity spojené s videoanalýzou experimentů. Vybrali jsme dva předměty – konkrétně potom chemii a doplňkově fyziku. Tyto předměty jsme volili v souvislosti s dále uvedenými metodickými návrhy na experimentální činnost.

„Hospitace je zřejmě nejvýznamnějším nástrojem hodnocení průběhu, v menší míře snad i výsledků vzdělávání. Je velmi efektivní, nevyžaduje v podstatě žádné náklady, je relativně nenáročná na přípravu, přitom však umožňuje sledování i průběžné vyhodnocování činností, projevů a jednání učitelů a žáků.

Hospitace je specifickou formou pozorování, která je definována jako cílevědomé, plánovité a soustavné vnímání jevů, procesů, objektů a jednání osob, které směřuje k odhalení podstatných souvislostí a vztahů sledované skutečnosti. Předmětem pozorování je buď pozorovatel sám (čili jde o introspekci), nebo jiní lidé, jevy. Z hlediska účasti pozorovatele na dění můžeme pozorování dělit na zúčastněné (pozorovatel sám je členem skupiny a spoluvůrcem dějů) či nezúčastněné, přímé nebo zprostředkované (audiovizuální a informační technikou). Pozorování může být volné, nebo standardizované. Standardizované pozorování se snaží o co nejvyšší možnou objektivitu použitím techniky ratingu, která spočívá v tom, že určité kvalitě jevu je přiřazována kvantitativní hodnota na stanovené škále. Standardizace pozorování eliminuje nebo alespoň silně omezuje subjektivitu pozorovatele - jeho psychický stav, haló efekt, předsudky, stereotypizace, kontrast a analogie“ (Bělecký, 2006).

„Každá hospitace je zásahem, který více či méně ovlivní průběh pozorovaných jevů. Čím více je hospitace extrémní, mimořádnou událostí, tím je její vliv větší. Tento vliv však nemusí být výhradně negativní - účast pozorovatele může učitele i žáky přimět k cílevědomějšímu zaměření na dosahování kvality, ostatně negativní a pozitivní vlivy se mohou vzájemně stírat. Čím více je hospitace běžnou, standardní záležitostí, tím více je sledovaný průběh vzdělávání autentický“ (Bělecký 2006).

Abychom eliminovali dopad na průběh hodin, kde budeme realizovat naše aktivity, seznámili jsme žáky s dostatečným předstihem a důkladně o skutečnostech, které budou s hospitacemi přímo souviset. Žáci i jejich rodiče byli seznámeni prostřednictvím generálního souhlasu s aktivitami, které o hodinách budou probíhat. Tento generální souhlas je přílohou č. 4 této práce. Na hodinách hospitovala vždy dvojice členů expertního týmu. Hospitace probíhaly pasivně, hospitující pouze sledovali a zaznamenávali bez aktivního zásahu do průběhu hodin.

Rozhodli jsme se realizovat hospitace v hodinách chemie a doplňkově fyziky ve vybraných třídách na Vyšší odborné škole zdravotnické a Střední zdravotnické škole v Trutnově. Vybrali jsme 4 třídy 1. a 2. ročníku oboru Zdravotnický asistent. Věk

těchto žáků je v rozmezí 15 až 17 let. Jedná se celkem o 117 žáků, 110 dívek a 7 chlapců. Obor Zdravotnický asistent je čtyřletý maturitní obor v denní formě a připravuje budoucí praktické sestry pro zdravotnictví. Chemie i fyzika se vyučuje v prvním a druhém ročníku v časové dotaci 2 hodiny týdně. Dále jsme vybrali 2 třídy ve 2. a 3. ročníku oboru zdravotnické lyceum. Tento obor je zaměřený více teoreticky a připravuje žáky na další studium především zdravotnických oborů. Chemie, fyzika a biologie jsou profilovými předměty. Celkem se jedná o 58 žáků, z toho 46 dívek a 12 chlapců.

#### **4.4.1 Příprava hospitační činnosti**

Před samotným zahájením hospitační činnosti jsme uskutečnili další schůzku expertního týmu tak, abychom provedli naplánování aktivit a stanovili společná pravidla a kritéria záznamu vyučovací hodiny.

V prvním bodě jsme rozdělili expertní tým do dvojic a naplánovali časový harmonogram vyučovacích hodin. Hospitující členové nastupovali na hodinu s tím, že žáci byli s hospitační aktivitou předem seznámeni. Žáci byli při té příležitosti opětovně upozorněni na skutečnost, že pozorování je anonymní a nikterak nemá vliv na hodnocení žáků. Chtěli jsme tak eliminovat moment překvapení a nepřírozené chování žáků. Tento zkreslující jev byl také eliminován skutečností, že hospitující byli žákům známi. Hospitující nebyli spolu během hodiny v kontaktu a jeden z hospitujících sledoval žáky ze zadní části třídy a druhý z přední části třídy.

Dále jsme připravili záznamový arch z hospitací. Jeden anonymizovaný vyplněný záznamový arch je přílohou č. 5 této práce. Záznamový arch jsme připravili tak, abychom mohli získané záznamy následně segmentovat, kódovat a poznámkovat.

Segmentace zahrnuje rozdělení dat do analytických jednotek. Segment musí mít významy, které je nutné dokumentovat (Hendl, 2012). Budeme detailně pročítat záznamy z hospitací. Samotný hospitační záznam jsme připravili tak, aby hospitující mohl už částečně svá data segmentovat. Pozorování jsme segmentovali do kategorií:

- Aktivity učitele
- Aktivity žáků
- Interakce iniciované ve směru učitel → žák
- Interakce iniciované ve směru žák → učitel

- Interakce iniciované ve směru žák → žák

Kódování nám pomáhá data popsat. Kód je symbol přiřazený k úseku dat tak, že ho klasifikuje nebo kategorizuje. Kódy mají mít relevanci k výzkumným otázkám, konceptům a tématům. Kódování je ústředním bodem analýzy. (Hendl, 2012) Kódování musíme provést sami bez pomoci expertního týmu. Kódování provádíme pomocí formálních symbolů nebo pomocí mechanismů. Začínáme s malým počtem potencionálních vzorců dat a témat, postupně je modifikujeme a rozšiřujeme, zamítáme, až nám nakonec zbyde několik dobře verifikovaných témat nebo mechanismů. (Hendl, 2012)

V hospitačním protokolu jsme nechali i prostor pro poznámkování. Poznámkou je něco, co napadne nás nebo hospitujícího při sběru dat. (Hendl, 2012)

#### **4.4.2 Příprava témat a aktivit pro vyučovací hodiny**

Vyučovací hodiny jsme připravili tak, aby v rámci jedné hodiny proběhla alespoň jedna aktivita, přesněji experiment, kterou můžeme my nebo žáci zaznamenávat nebo fotografovat a následně tyto aktivity podrobit analýze. Každá hodina byla konstruována tak, aby část hodiny probíhala teoretická část (výklad, prezentace) a druhou část hodiny byla prováděna experimentální činnost spojená s videozáznamem a videoanalýzou. Mohli jsme přistoupit i na variantu hodin, kdy bude probíhat pouze experimentální činnost. Nebo předřadit experimentální činnosti před teoretickou část hodin. S expertním týmem jsme se však dohodli na jednotném formátu, aby výstupy z hospitací byly srovnatelné a snáze vyhodnotitelné.

Na každou takovou hodinu jsme připravili vždy dvojici hospitujících členů expertního týmu. Každý z dvojice byl vybaven hospitačním protokolem. Předpokladem bylo poučení žáků a od každého žáka jsme získali souhlas. (Viz příloha č. 4). Všechny hodiny s aktivitami byly vybírány tak, aby experimenty v nich realizované byly pro naše videozáznamy zajímavé a jejich videoanalýza byla v maximální možné míře přínosná.

## 4.5 Analýza hospitační činnosti členů expertního týmu

V předchozích kapitolách jsme se zaměřili na přípravu hospitační činnosti členů expertního týmu. V hospitovaných hodinách byl vždy vyučujícím autor. Během této hospitační činnosti, která probíhala v období od září 2018 do ledna 2019, se hospitujičím podařilo vytvořit celkem 32 hospitačních záznamů. Anonymizovaná kopie jednoho záznamu je přílohou č. 5, kde je patrné i kódování a poznámkování autorů.

Pro přehlednost uvádíme legendu k jednotlivým kódům:

T	teoretický výklad vyučujícího
E	experimentální činnost vyučujícího
O	otázka vyučujícího
Ož	otázka žáka
Od	odpověď vyučujícího
Odž	odpověď žáka
Nep	nepozornost žáků
A	aktivní pozornost žáků
Ež	experimentální činnost žáků
Sp	spontánní reakce žáků
Mob	natáčení videa žáky, sdílení a sledování
V	videoprojekce

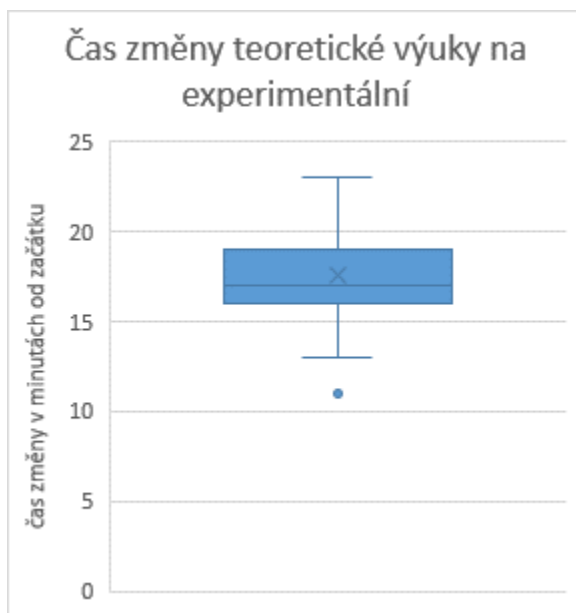
Na základě sledování, sumarizace a porovnávání získaných dat jsme se pokusili vysledovat některé zákonitosti hodin, kde probíhaly naše aktivity. Pro nás stěžejní a nejzajímavější byly skutečnosti a události, které by mohly determinovat postoj a zájem žáků o naše inovativní aktivity. Zajímala nás především jejich změna zájmu a postoje, pokud nějaká nastala. Dále potom ochota ke spolupráci, jejich schopnost správně odborně a věcně reagovat. Veškeré naše aktivity této práce směřujeme ke snaze právě postoje žáků měnit k většímu zájmu o chemii jako takovou.

### 4.5.1 Vyhodnocení záznamů ve zpracování

Naším úkolem bylo vysledovat a vyselektovat ze všech 34 hospitačních záznamů prvky, které mohou dokumentovat vztah a postoje žáků k našim aktivitám. Z těchto

záznamů jsme dokázali vyčíst zásadní parametry i podobnosti jednotlivých hodin. Zde uvedeme výčet důležitých a zajímavých poznatků.

Asi zásadním zlomem hodin byl okamžik, ve kterém došlo k překlopení teoretické části výuky do experimentální části.

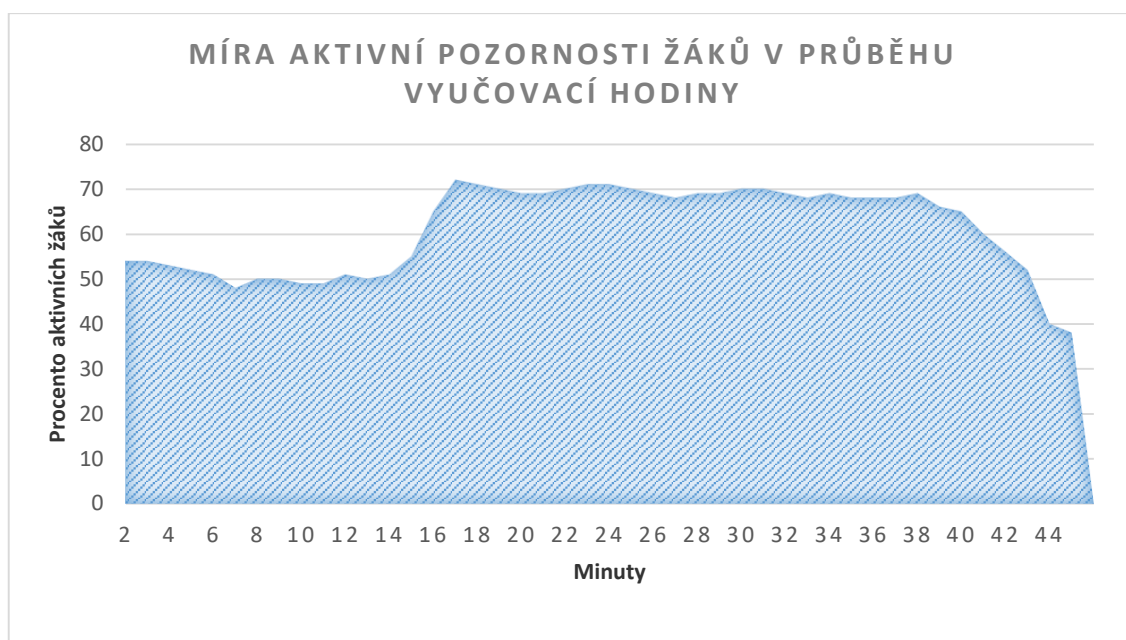


Graf č. 2: Čas změny teoretické části v experimentální ve sledovaných hodinách (zdroj autoři)

Z grafu jasně vyplývá, že zmíněná změna se odehrávala v první třetině vyučovací hodiny. Vzhledem ke skutečnosti, že hodiny s aktivitami byly připravené pro sledování, daly se tyto hodnoty předpokládat. Samy o sobě tyto hodnoty nemají velký význam, avšak s hodnotami dalšího pozorování se jejich význam zvyšuje.

Dalším sledovaným jevem byly pozitivní reakce žáků. Především potom jejich aktivní pozornost (A), reakce na otázky vyučujícího (Odž), experimentální činnosti žáků (Ež), natáčení videí žáky (Vž) a pozitivní spontánní reakce žáků (Sp).





Graf č. 3: Průměrné hodnoty odhadů aktivně zapojených žáků během vyučovací hodiny (zdroj autoři)

Aktivní pozornost definujeme jako postoj žáků, kdy žáci vnímají procesy výuky, využívají smysly pro příjem informací z výuky a aktivit, nevyrušují a komunikují verbálně i neverbálně s vyučujícím k tématu a problémům hodiny. Z grafu je jasně patrné, že členové týmu jako hospitující zaznamenali v době po zahájení experimentálních aktivit nárůst zájmu žáků, která se projevila jejich zvýšenou pozorností. Po diskusi vyučujícího s členy expertního týmu musíme konstatovat, že míra počáteční aktivity a pozornosti žáků byla zkreslena směrem k vyšším hodnotám díky přítomnosti hospitujících. Míra pozornosti třídy se udržuje po dobu experimentální činnosti zhruba na stejné hladině. Během této doby probíhala experimentální činnost, videozáznamy, prezentace videozáznamů na sociálních sítích a analýza těchto záznamů. Ke konci hodiny je patrný pokles zájmu žáků. To koresponduje s ukončováním experimentálních aktivit, přechodem na pravděpodobně méně atraktivní shrnutí a hodnocení a v poslední řadě soustředěním se žáků na konci hodiny.

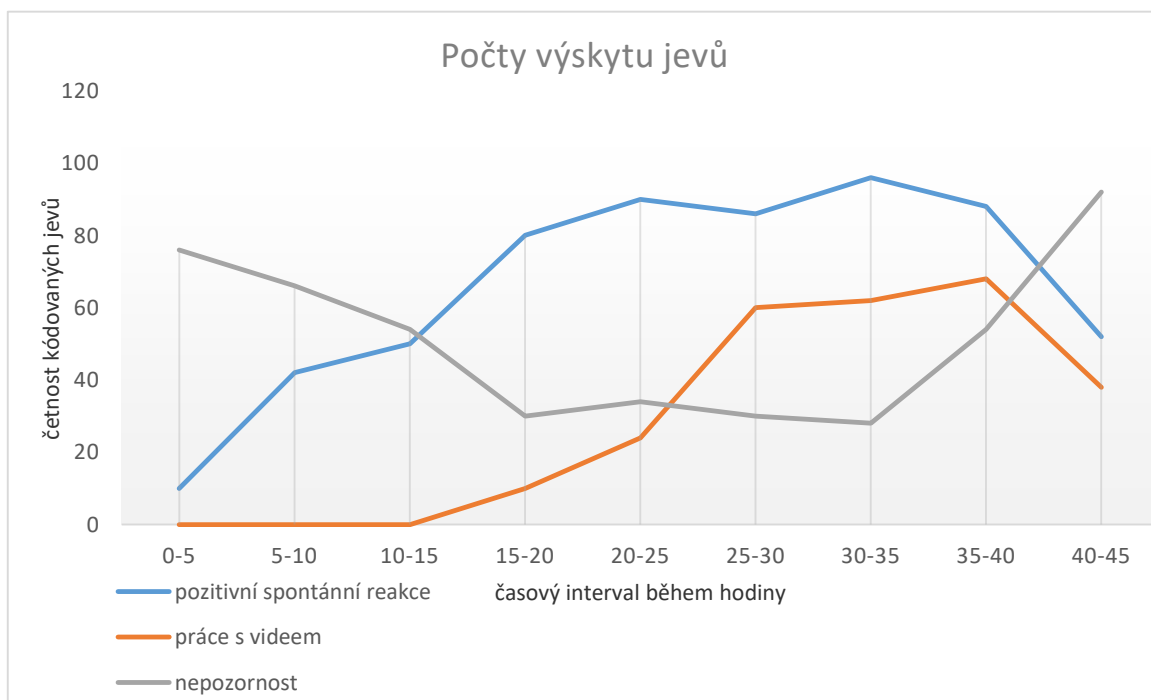
Další možnou analýzou bylo sledování absolutního výskytu kódovaných prvků během hodiny, které z našeho pohledu můžeme klasifikovat jako pozitivní a dokumentující zvýšený zájem o aktivity. Jedná se především o záznam experimentů prováděných žáky, otázky žáků pokládané k tématu, pozitivní verbální i nonverbální reakce. Dále potom negativní prvky, které naopak dokumentují nízký

zájem žáků o naše aktivity. Jedná se například o nepozornost, vyrušování, používání smartphonů k jiným nežádoucím aktivitám. Následující tabulka uvádí přehled vyskytujících se jednotlivých prvků.

kódovaný prvek - pozitivní	popis
spontánní reakce žáků	přesunování židlí pro lepší pozorování
	stoupnutí pro lepší výhled
	hlasový projev „Tý jo...“
	hlasový projev „Hezký...“
	potlesk
	hvízdnutí
	spontánní popis viděného
	citoslovce údivu
	expresivní (i vulgární) výkřiky
	diskuse mezi žáky k tématu
natáčení videa žáky, sdílení a sledování	natáčení experimentů
	sledování záznamů
	analýza záznamu
	sdílení záznamu
	komentáře záznamů
kódovaný prvek - negativní	popis
nepozornost žáků	nevnímání výuky a aktivit
	vyrušování
	využívání smarphonů k jiným aktivitám
	psaní a kreslení mimo výuku
	úpravy zevnějšku
	konzumace jídla a pití

Tabulka č. 5: Přehled sledovaných prvků vyskytujících se na hospitovaných hodinách (zdroj autoři)

Následující graf uvádí absolutní počty výskytu výše uvedených jevů v jednotlivých segmentech našich hodin. Po každé hodině se dvojice hospitujících dohodla na vyškrtnutí zdvojených stejných záznamů.



Graf č. 5: Průměrné hodnoty odhadů aktivně zapojených žáků během vyučovací hodiny (zdroj autoři)

Ve výše uvedeném grafu je zřetelný nárůst pozitivních spontánních reakcí v přímé korelaci se změnou průběhu hodiny z teoretické výuky na výuku praktickou. Pozitivní reakce jsou přímo navázané na experimentální činnost a jejich kvantita má podobnou tendenci. Z grafu také vyplývá pokles negativních jevů v nepřímé úměře k experimentálním aktivitám. V grafu lze také sledovat nárůst audiovizuálních aktivit, který se dostavuje v mírném zpoždění za nárůstem experimentálních aktivit. Tento jev je logický, protože natáčení, prezentace a analýza probíhaly až po přípravě a realizaci experimentů.

Výsledky hospitační činnosti pro nás byly do značné míry předvídatelné a očekávatelné, naše pedagogická zkušenost s aktivitami, které jsme realizovali v předchozím období, měla téměř vždy podobný průběh a výsledky. Nebyla však podrobená hlubšímu pozorování a sledování zákonitostí těchto hodin. Největším přínosem pro nás byly názory a stanoviska kolegů učitelů – členů expertního týmu. Jejich pozorování a následně stanoviska považujeme za objektivní a přínosná.

Nicméně nás výsledky přesvědčily o tom, že aktivity spojené s videoanalýzou záznamů těchto experimentů mají ve výuce své místo a jsou správnou cestou.

#### **4.6 Závěrečná diskuse s expertním týmem**

Kromě získaných hospitačních záznamů jsme na závěr hospitačních aktivit realizovali setkání členů expertního týmu, abychom společně při diskusi zhodnotili všechny vyučovací hodiny. V této společné diskusi jsme záměrně nekladli konkrétní otázky a každý člen vyjadřoval svoje dojmy a postoje bez jasné osnovy.

Všichni členové týmu se shodli na skutečnosti, že se jedná o zajímavé a podnětné aktivity, ve kterých je určitý potenciál dalšího rozvoje. Všichni členové ocenili model válce pro zážeh hořlavých a výbušných směsí. Kromě didaktického přínosu ho považují za bezpečný a jednoduchý k ovládnutí. V souladu s výsledky vyhodnocení hospitačních záznamů také konstatovali jev, kdy při přechodu teoretické části do části praktické se výrazně snížilo procento negativních jevů o hodinu (nepozornost, pasivita, vyrušování) a stoupl zájem, přesněji zvědavost, zájem o spolupráci a aktivita.

Nesoulad však dále panoval v otázce využití vlastních mobilních zařízení žáků. Dva z členů týmu by upřednostnili využití školních zařízení, například tabletů. I při hospitacích bylo patrné „pokusení“ žáků využívat smartphony i pro sledování soukromých aktivit. Prakticky na každé hodiny se někteří žáci kromě našich aktivit snažili o soukromé aktivity ve smarphonech.

V otázce využívání sociálních sítí také nebyl názor týmu stejný. 3 členové týmu přes jednotný názor, že se jedná o zajímavou aktivitu, vyjadřovali blíže nespecifikovanou internetovou nebezpečnost a ponoukání žáků k aktivitám, které jsou dnes předmětem kritiky. Tj. především častá přítomnost na sociálních sítích. Všichni se ale shodli na tom, že naše aktivity jsou rozhodně přínosnější a bezpečnější než soukromé aktivity žáků. U dvou členů však zazněl názor, že na druhou stranu by na těchto sítích probíhaly tímto způsobem „správné“ aktivity.

K hospitačním záznamům měli členové připomínky ve smyslu velké náročnosti. Bylo velmi obtížné vnímat a postihnout několik parametrů hodiny, zvláště obtížné bylo sledování časů v návaznosti na události. Zazněly i názory posílit

hospitační tým, aby jeden z hospitujících sledoval pouze míru zapojení žáků. Nicméně postupem času a získáváním zkušeností a návyků bylo vyplňování jednodušší.

## **4.7 Sociální sítě a analýza aktivit žáků na sociálních sítích**

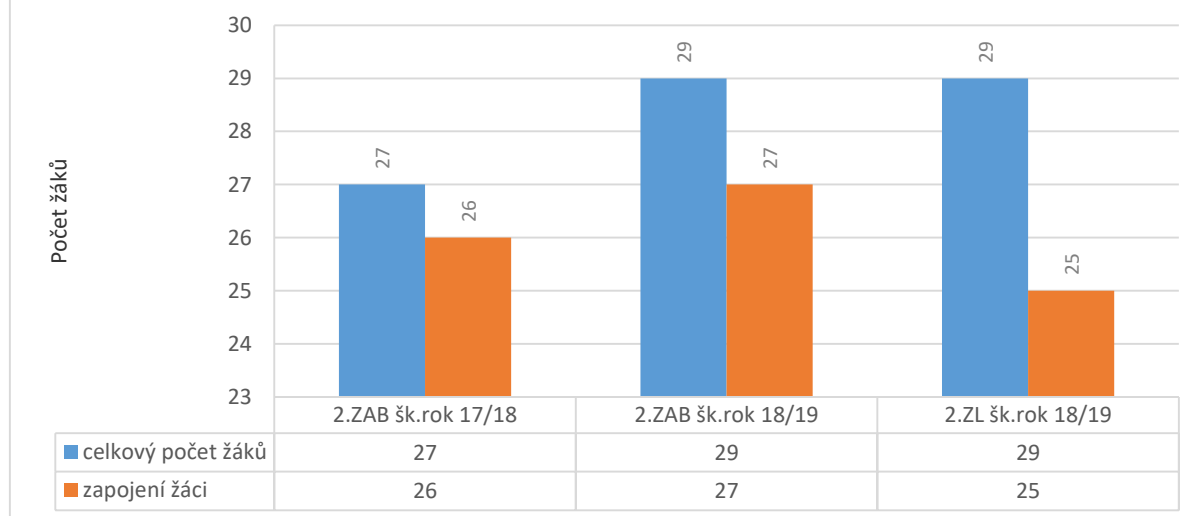
### **4.7.1 Nastavení sociálních sítí pro práci s žáky v rámci výzkumu**

Zapojení sociálních sítí do našeho výzkumu se nabídlo během naší práce. Během relativně krátkého období 5 let došlo k velmi velkému kvalitativnímu skoku v oblasti komunikační a záznamové technologie; technologické parametry tohoto posunu jsme již popisovali v kapitole 3.4 . Byli jsme si také vědomi skutečnosti, že zapojení sociálních sítí, konkrétně v našem případě Facebooku do vzdělávacího a následně výzkumného procesu, může být kontroverzním tématem a můžeme se v tomto procesu setkat s odmítavým stanoviskem. Na toto téma jsme diskutovali s expertním týmem, dalšími pedagogy, žáky i rodiči. Před rozhodnutím zapojit takové aktivity do vzdělávacího procesu a výzkumu jsme definovali zásadní parametry:

- a) dobrovolnost,
- b) souhlas žáků i jejich zákonných zástupců,
- c) komunikace pouze v rámci uzavřené skupiny,
- d) dodržování slušné a věcné komunikace,
- e) vysoká saturace technickým vybavením žáků.

Na základě těchto parametrů jsme vybraly 3 třídy, které v nejvyšší možné míře splňovaly definované parametry. V grafu číslo 2 uvádíme počty žáků a počty zapojených žáků. Aktivity a jejich analýzu jsme připravovali ve školním roce 2017/2018 a ve školním roce 2018/2019 jsme sbírali data pro analýzu.

## ZAPOJENÍ POČTU ŽÁKŮ DO ANALÝZY AKTIVIT NA SOCIÁLNÍ SÍTI



*Vysvětlivky: ZA - zdravotnický asistent, ZL – zdravotnické lyceum*

Graf č. 5: Zapojení žáků do výzkumu aktivit na sociální síti (zdroj autoři)

Hlavním motivem zapojení sociálních sítí bylo vstoupit do prostoru, který je blízký žákům a v současné době je již naprosto přirozenou součástí jejich života. Všichni žáci ze tříd, i nezapojení, mají facebookové účty. „Facebookové účty vlastnilo v roce 2015 95% dětí ve věku 16 až 17 let a to je věková struktura našich žáků. 93 % dětí tráví na Facebooku více než jednu hodinu denně a 33% více jak 3 hodiny denně. Nejčastěji komunikují s ostatními uživateli“ (Kopecký, 2015). Z těchto údajů jednoznačně vyplývá, že vstupujeme do zcela přirozeného prostředí našich žáků. A my chceme toto prostředí využít pro propojení školního prostředí a jejich zóny, která proniká především jejich volným časem.

Naše zapojení do tohoto prostoru spočívá v následujících krocích. V první řadě jsme společně se žáky na Facebooku vytvořili uzavřenou skupinu. Skupiny nabízejí prostor, kde můžete s lidmi komunikovat o společných zájmech. Skupina se dá vytvořit pro cokoli – třeba pro rodinné setkání, večerní sportovní tréninky nebo čtenářský klub. Podle toho, komu chcete povolit, aby se mohl ke skupině přidat nebo ji vidět, si můžete upravit nastavení soukromí skupiny. Při vytváření skupiny si můžete vybrat ze 3 možností nastavení soukromí: Veřejná, Uzavřená nebo Tajná. Seznam členů a příspěvky zveřejněné v této skupině vidí jenom aktuální členové

skupiny (Facebook, 2019). Na dalším schématu jsme se pokusili znázornit aktivity a vztahy ve skupině.

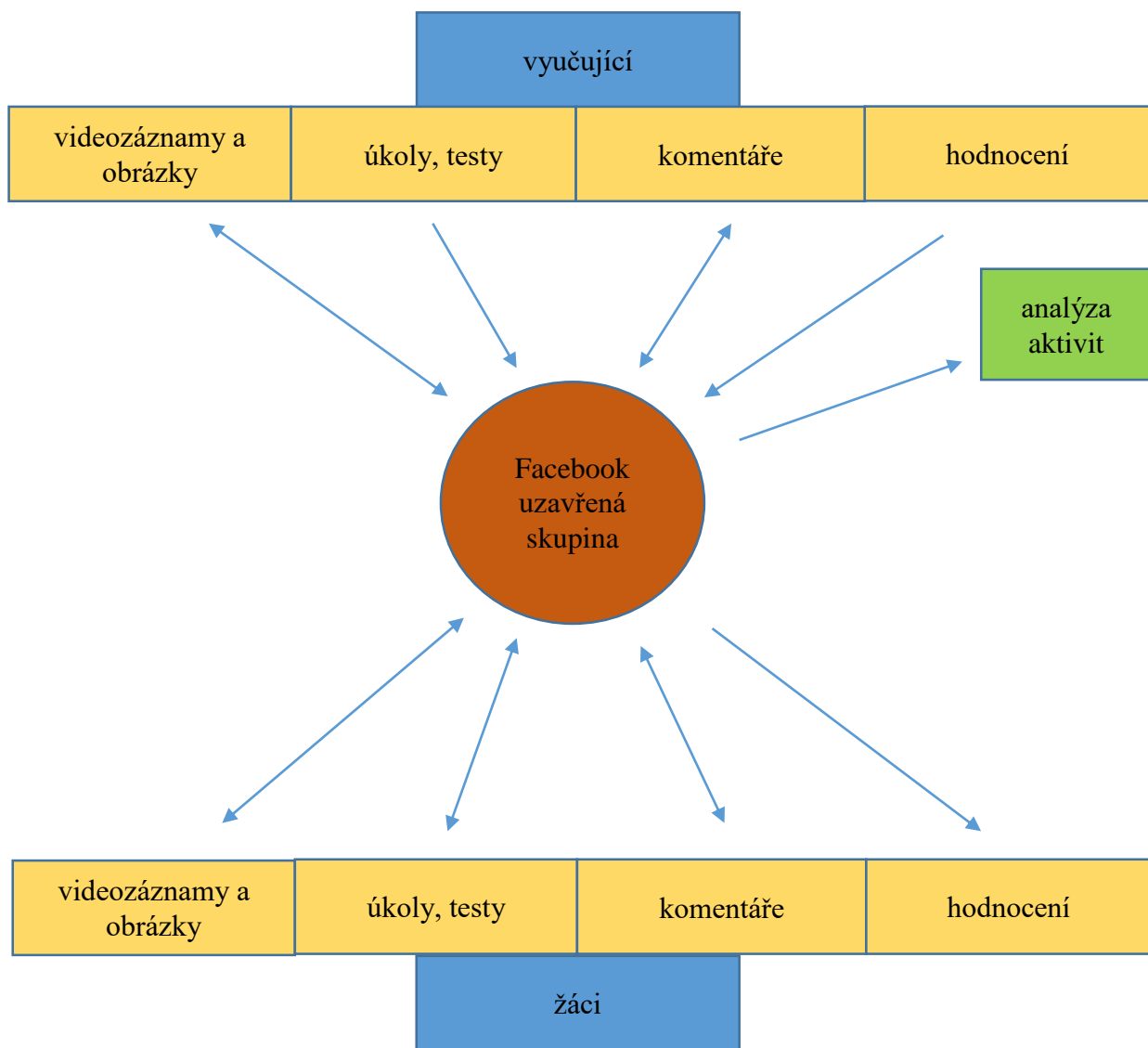
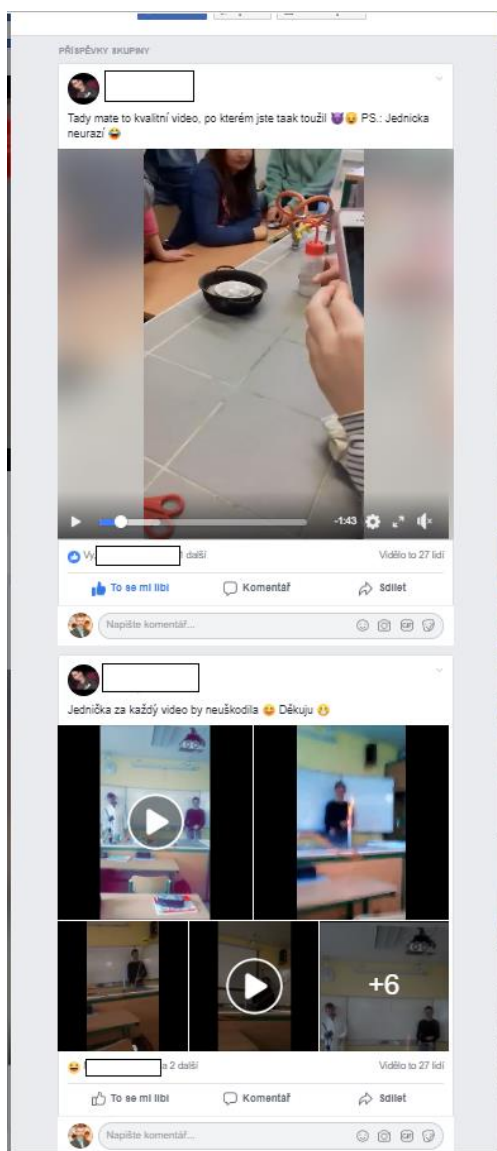


Schéma č. 3: Aktivity a vztahy v uzavřené facebookové skupině (zdroj autoři)

Členy skupiny schvaluje správce skupiny (Facebook, 2019). Jako správce skupiny jsme ustanovili vždy jednoho žáka. Tento žák znal výborně práci s Facebookem a jednak i odpovědnost přenesená na žáky je pozitivní výchovný prvek. Další výhodou tohoto nastavení je skutečnost, že komunikace v této skupině probíhá v reálném čase. Pokud tedy kdokoli ze skupiny umístí do prostředí této skupiny jakýkoli materiál, např. video, text, obrázky, anketu, okamžitě se toto zobrazuje ostatním členům skupiny. Jediný omezujícím faktorem je dostupnost a kvalita bezdrátové sítě

(wi-fi) nebo datového přenosu. Pokud jsme tedy například pomocí učitelského počítače a dataprojektoru nebo velkoplošné obrazovky chtěli prezentovat videa zaznamenaná žáky nebo námi, mohli jsme tak činit prakticky ihned po záznamu bez nutnosti používat přenosový kabel nebo jiné prostředky pro přenos dat. To byl jeden z problematických aspektů využití digitálních fotoaparátů, kdy právě přenos byl časově náročný a zdržoval naše aktivity. Velmi jednoduché je potom k jednotlivým obrazovým materiálům vkládat komentáře, úkoly nebo testy. Jak může vypadat potom taková aktivita v uzavřené skupině, ukazuje obrázek 28.



Obr. 28: Snímek obrazovky s videozáznamy pořízenými žáky ze skupiny (printscreen autoři)



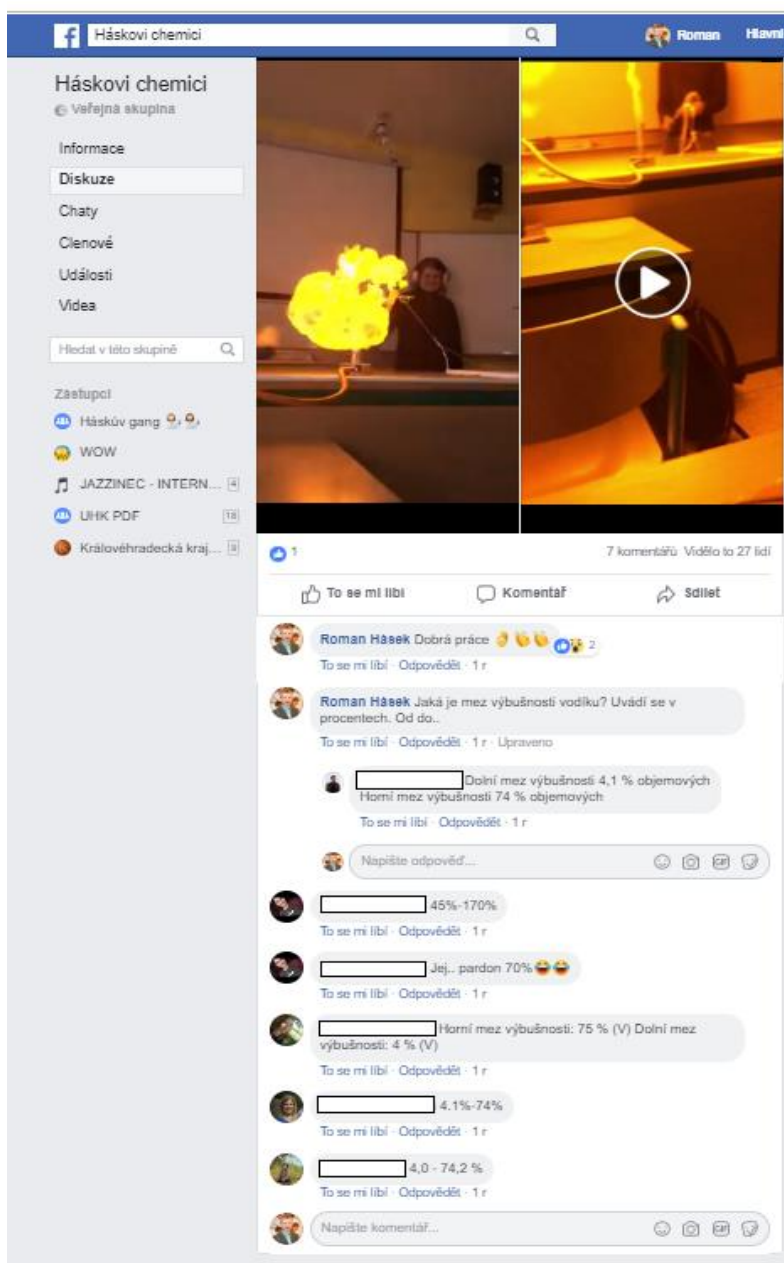
Na obrázku 28 jsou videozáznamy, které pořídili žáci – členové skupiny na své mobilní zařízení a ještě během hodiny je umísťovali na Facebook do uzavřené skupiny. Komentáře žáků svědčí o snaze být za takové aktivity hodnoceni, nicméně dohoda s nimi byla o tom, že aktivity z pohledu spravedlnosti nebudou podmiňovány klasifikací.

Na dalším obrázku jsou patrné další aktivity. Na záběru jsou vidět i natáčející žáci. Komentáře některých nepřítomných žáků (nemoc, návštěva lékaře) svědčí o lítosti nad neúčasti na hodinách. Opět byly videozáznamy pořízeny prostřednictvím smartphonů žáků.



Obr. 29: Snímek obrazovky s videozáznamy a komentáři žáků (printscreens autoři)

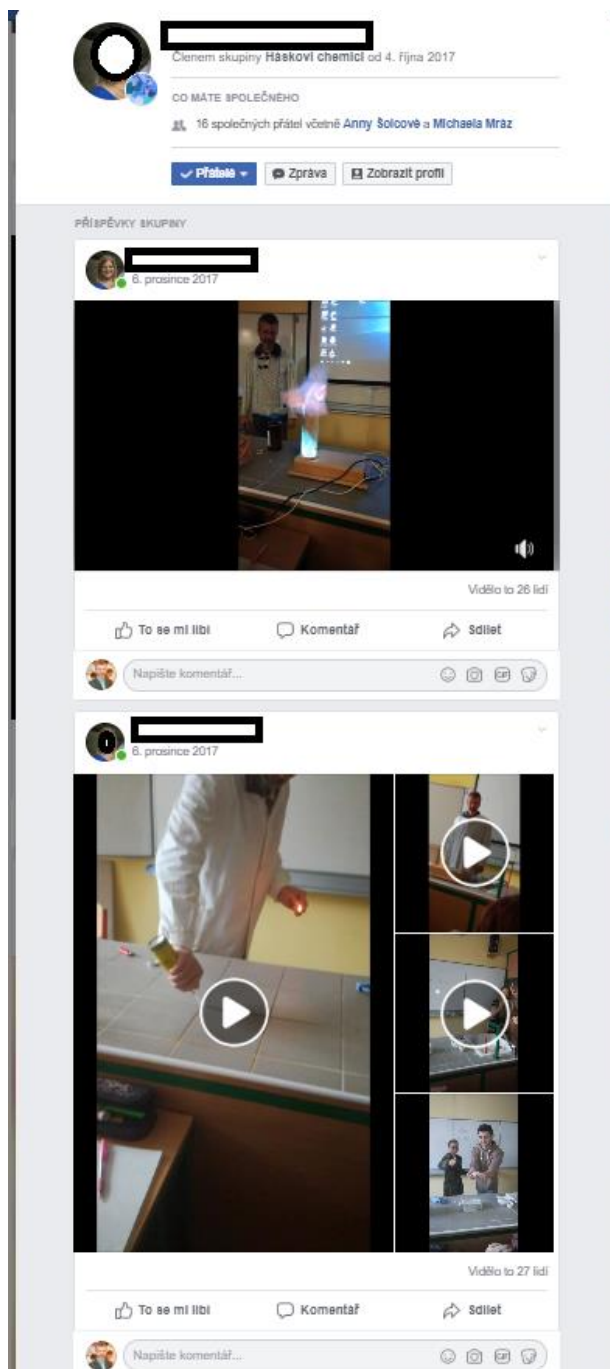
Pro nás velmi ceněnou vlastností byla možnost umístění videa z tohoto prostředí stahovat, upravit do vhodné délky a v softwaru „Free video to jpg convertor“ videa rozložit na jednotlivé snímky. Z těchto vybrat klíčové snímky experimentu a tyto umístit zpět do prostoru skupiny. To můžeme uskutečnit s časovým odstupem od aktivit a připojit k takovému upravenému materiálu otázky, které mají přímou souvislost s umístěným materiálem. Toto dokumentuje i obrázek 30.



Obr. 30: Snímek obrazovky s otázkou a odpověďmi žáků (printscreens autoři)

Z obrázku 30 je patrné, v jakém pořadí se žáci přihlašovali a odpovídali. Přehledné je také zobrazení odpovědí.

V prostředí Facebooku můžeme také vygenerovat kartu jednotlivého účastníka – žáka skupiny. To nám může sloužit ke zpětné vazbě včetně hodnocení s možností projekce do úpravy aktivit a komunikace se žákem. Snímek obrazovky jednotlivého žáka je obrázkem č. 31.



Obr. 31: Snímek obrazovky osobní karty jednotlivého žáka (printscreens autoři)

#### **4.7.2 Analýza aktivit žáků v prostředí uzavřených skupin**

Jednou z velkých výhod komunikace a aktivit v prostředí sociálních sítí je možnost analýzy sociálních sítí. Současné prostředí sítí, sledování aktivit a osobních údajů i dat je fenomén často kritizovaný a vzbuzující obavy. Je pravdou, že analýza sociálních sítí (SNA – social network analysis) je velmi účinným komerčním nástrojem a nástrojem bezpečnostních složek. Troufáme si konstatovat, že naše analýzy skupin jsou v porovnání s aktivitou žáků bezpečné, nezneužitelné a smysluplné. Už jenom skutečnost, že aktivity v našich skupinách jsou řízené pod pedagogickým dohledem, je garancí bezpečnosti.

Analýza sociálních sítí nám umožňuje v mezích našich aktivit posbírat velké množství dat, včetně aktivit jednotlivců, komunikace mezi nimi, kolaborativních a kooperativních aktivit. Nejdůležitější je však možnost posouzení efektivity a dopadu našich aktivit. Speciálně potom se zaměřením na umístěné videozáznamy a analyzované materiály z našich experimentů.

Abychom dokázali vytvořit co nejobektivnější analýzu, zpracujeme některá statistická data, která nám prostředí Facebooku nabízí a tato data doplníme o zjištění ze strukturovaného rozhovoru se žáky, kteří se zapojili do aktivit na této sociální síti.

##### **4.7.2.1 Některá statistická zjištění aktivit na sociálních sítích**

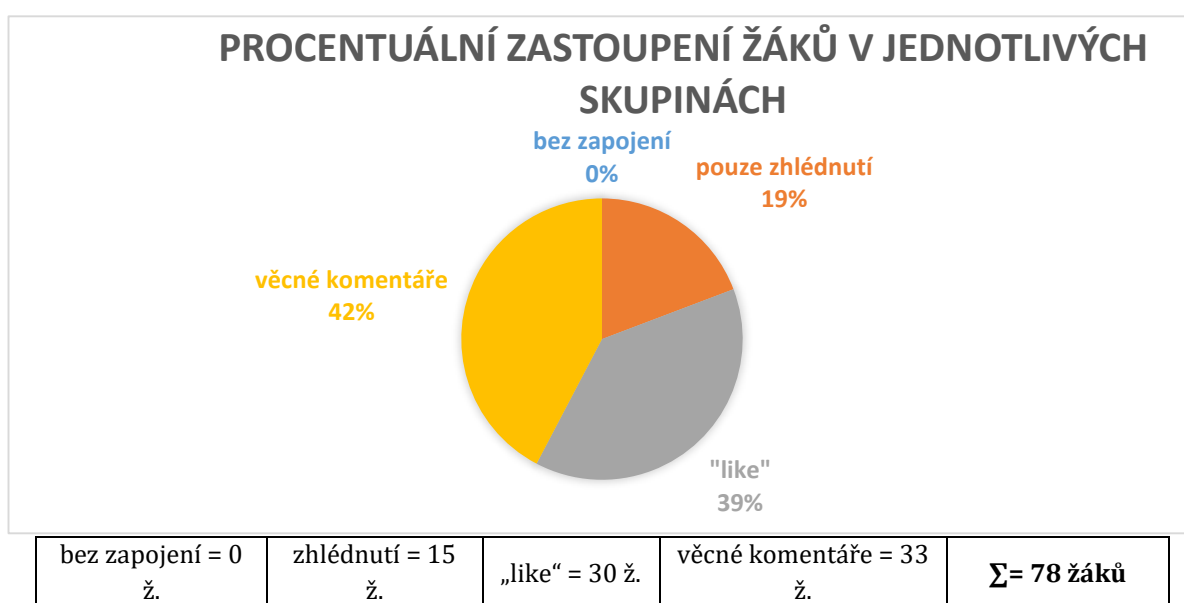
V grafu číslo 2 jsme uvedli hodnoty žáků, kteří projevili ochotu se zapojit do aktivit na Facebooku. Jedna věc je skutečnost, kdy žáci projeví ochotu se do aktivit zapojit, druhá věc je potom realita. Tedy v jaké kvantitativní míře se skutečně zapojí. Intenzitu zapojení můžeme rozdělit do čtyř typů:

- a) Nikdy se nezapojí.
- b) Zapojí se pouze zhlédnutím záznamů.
- c) Zapojí se s připojením „like“. V internetovém prostředí, zejména pak na sociálních sítích, je „like“ tlačítkem, jehož stisknutím vyjadřuje uživatel zalíbení či podporu s označeným obsahem (myšlenka, text, obrázek apod.). Jedná se o zkrácenou alternativu písemného vyjádření souhlasu či podpory. Nejznámější sociální sítí s takovým tlačítkem je Facebook. V tomto případě ikonka "palce nahoru"

symbolizuje to, že uživatel se příspěvek líbí (IT-slovník, 2019).

- d) Zapojí se prostřednictvím věcných komentářů, které hodnotí, smysluplně komentují nebo odpovídají na připojenou otázku nebo otázku.

Na následujícím grafu uvádíme podíl jednotlivých typů zapojených žáků. Pro zařazení do určité skupiny museli žáci splnit minimální podmínku, konkrétně zapojení alespoň 5x s parametrem zhlédnutí nebo „like“ nebo věcný komentář. Tím jsme chtěli vyloučit pouze sporadická nebo náhodná zapojení.



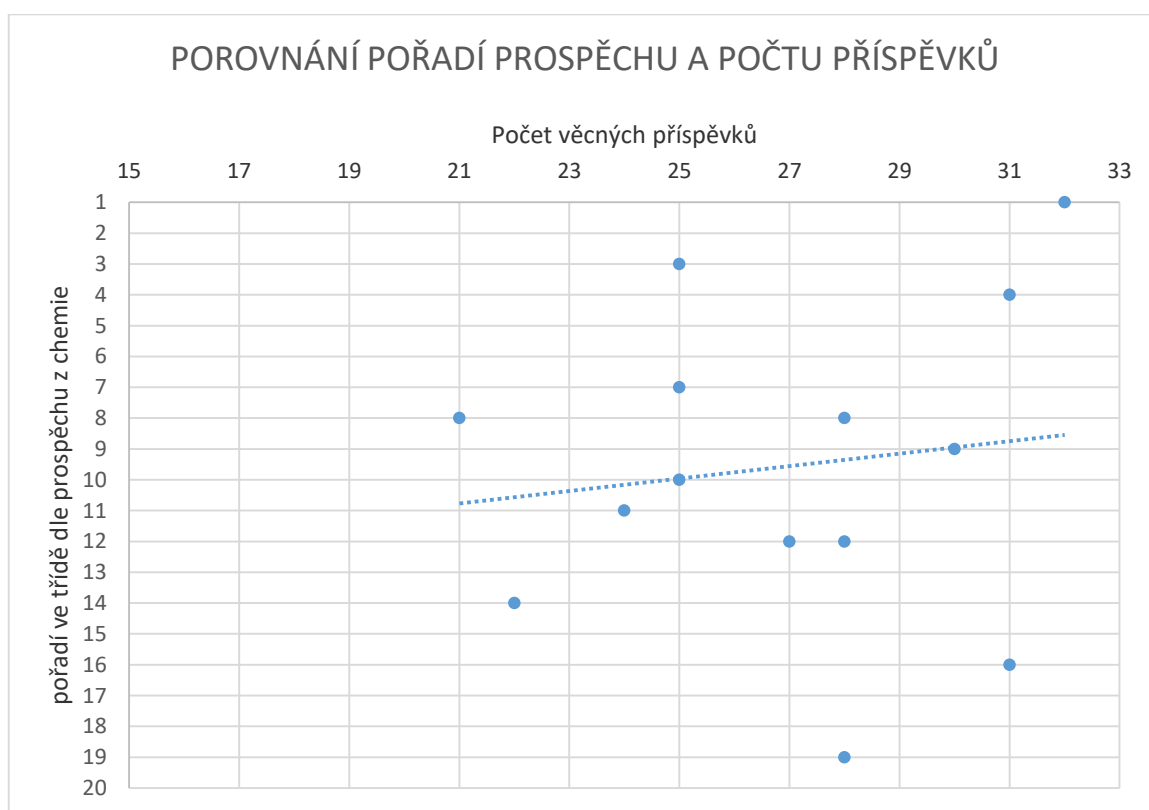
Graf č. 6: Procentuální zastoupení žáků v jednotlivých skupinách podle míry zapojení ve skupinách (zdroj autoři)

Je jasné, že žáci, kteří souhlasili se zapojením do výzkumu, se alespoň nějakým způsobem projeví v rámci uzavřené skupiny. Největší skupinu tvořili žáci, kteří se svými příspěvky, komentáři a odpověďmi vstupovali aktivně do prostoru uzavřené skupiny.

Zaměřili jsme se na skupinu, která byla neaktivnější, a pokusili se vysledovat některé souvislosti. Dá se předjímat a dedukovat, že tato skupina se bude skládat ze žáků, kteří jsou obecně aktivní v prostředí sociálních sítí a využívání mobilních technologií. Tuto skutečnost nám nepřímo potvrzuje i nepřímé pozorování těchto

žáků např. z pohledu kvantitativní míry času stráveného při využívání uvedených technologií.

Zkusili jsme například porovnat množství příspěvků (věcných komentářů, odpovědí, stanovisek) a prospěch těchto žáků z chemie. Chtěli jsme porovnat množství přímo se známkou, ale tato porovnání by bylo zavádějící, protože bychom museli do porovnání zahrnout počet jednotlivých známek v každé třídě. Významně lepší nám přišla korelace pořadí prospěchu, které vypočítáme ve třídě na základě srovnání vážených průměrů z průběžné klasifikace z předmětu chemie, a počtu příspěvků ve skupině v sociální síti. Pořadí prospěchu jsme definovali tak, že první v pořadí je žák s nejlepším průměrem. Z každé třídy jsme vybrali 5 přispěvatelů s nejvyšším počtem příspěvků.

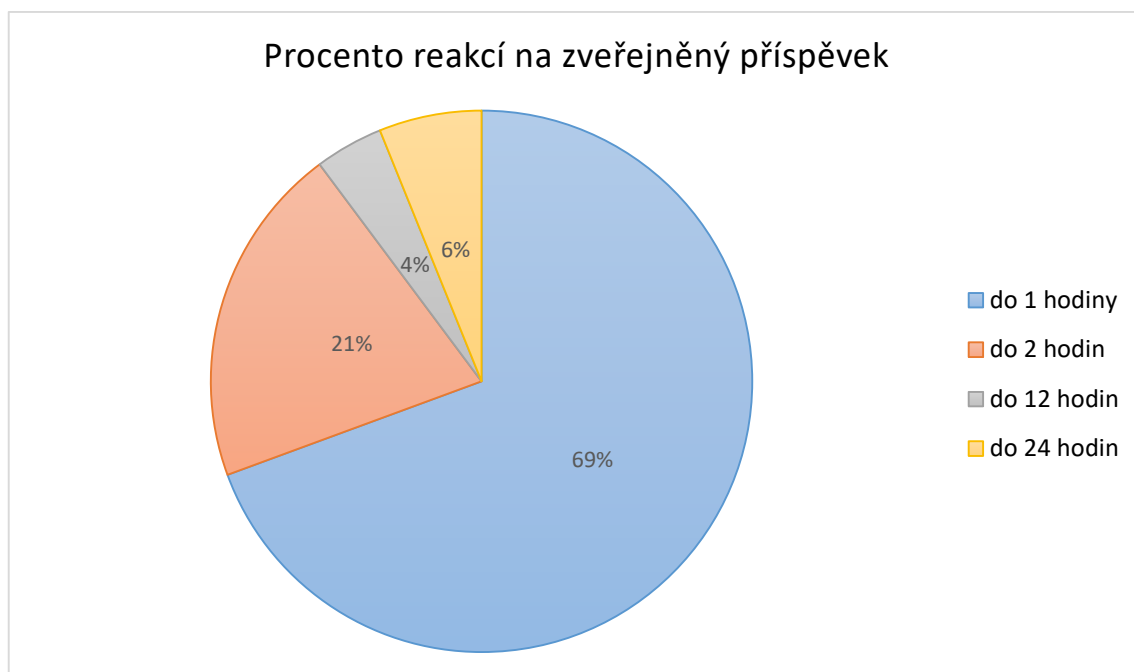


Graf č. 7: Porovnání počtu příspěvků nejproduktivnějších žáků a jejich pořadí prospěchu v chemii ve třídě (zdroj autoři)

Z grafu vyplývá skutečnost, že výborný prospěch v chemii nemusí znamenat největší aktivitu v rámci naší uzavřené skupiny. Rozptyl hodnot svědčí o nezávislosti aktivit na prospěchu. Výsledky spíše potvrzují naši domněnku, že nejaktivnějšími budou pravděpodobně žáci s největšími aktivitami a zkušenostmi na sociálních sítích. Pro nás bylo přínosné zjištění, že se do aktivit zapojili i žáci, kteří

při běžné výuce nedosahují nejlepších výsledků z chemie a jejich aktivita je spíše průměrná.

Pro nás zajímavou hodnotou byla i rychlost reakce, kterou žáci reagovali přečtením, komentářem nebo „like“ po uveřejnění příspěvku. Záměrně jsme významnou část příspěvků uveřejňovali v čase mimo výuku v odpoledních a časně večerních hodinách od 16 do 19 hodin. V následujícím grafu uvádíme procentuální zastoupení jednotlivých reakcí žáků v závislosti na délce časového intervalu reakce od zveřejnění příspěvku.



Graf č. 8: Procento reakcí žáků na příspěvek v závislosti na čase (zdroj autoři)

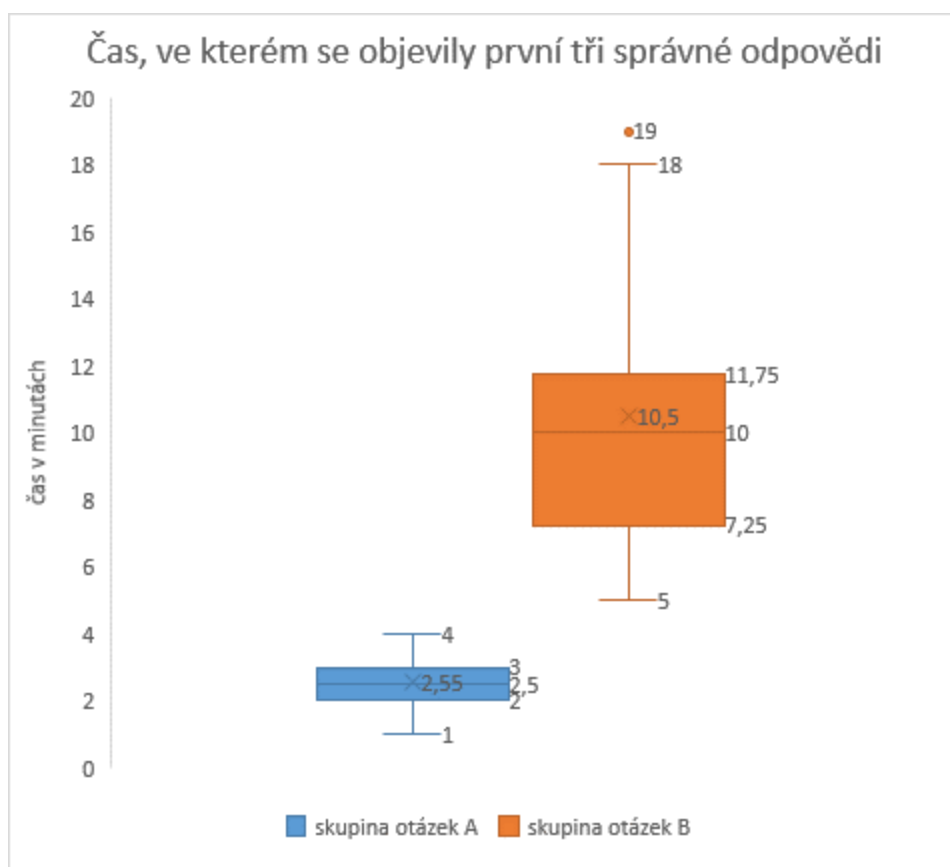
Z grafu je patrné, že největší podíl žáků reaguje do 2 hodin, přesněji 90 %. To jednoznačně svědčí o skutečnosti, že žáci ve svém volném čase jsou neustále v kontaktu na sociálních sítích a jsou na nich aktivní. Napříč sociálnímu postavení, vědomostem a školní aktivitě využívají wi-fi nebo datové přenosy v místech, kde se právě vyskytují.

V rámci sledování těchto reakcí jsme ještě realizovali jedno dílčí šetření. Konkrétně nás zajímalo, jak žáci budou odpovídat na vědomostní otázky, které měly úzkou vazbu na naše aktivity. Tyto otázky jsme rozdělili do dvou základních typů:

- Otázky skupiny A, u kterých je nutné vyhledat odpověď na internetu nebo v učebnici nebo v tabulkách, např.:

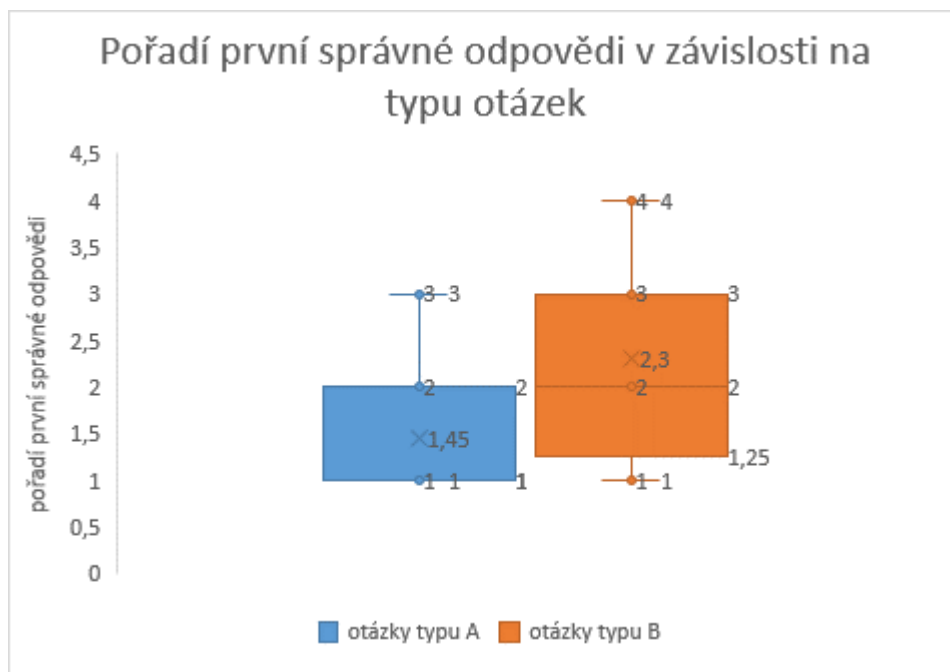
- *Jaká jsou krajní meze výbušnosti vodíku?*
- *Jaké jsou krajní meze výbušnosti zemního plynu?*
- *Jaké jsou hlavní složky benzínu?*
- Otázky skupiny B, u kterých je nutné odpověď zformulovat na základě vědomostí a dovedností žáka, např.:
  - *Proč v plechovce exploduje vodík až po určitém čase?*
  - *Proč je plamen ethynu svítivější než plamen zemního plynu?*
  - *Proč je zkumavka po zkoušce čistoty vodíku uvnitř orosená?*

U tohoto dílčího šetření jsme porovnali čas reakce žáků, přesněji do jaké doby se objevily v reakcích prvních tři správné odpovědi, a následně pořadí první správné odpovědi k otázce.



Graf č. 9: Čas, do kterého vygenerovali žáci první tři správné odpovědi na různé typy otázek (zdroj autoři)





Graf č. 10: Pořadí první správné odpovědi na různé typy otázek (zdroj autoři)

Výsledky tohoto dílčího šetření byly předjímatelné ve smyslu porovnání obou skupin otázek. Pro nás zajímavé bylo zjištění, s jakou rychlostí dokáží žáci správně vyhledat odpovědi k otázkám typu A. V praxi to znamená, že souběžně s intenzivním používáním sítí dokáží žáci rychle a s přehledem vyhledávat informace v prostředí internetu. Je ale pravdou, že se v odpovídání často opakovala stejná skupina žáků. Jak jsme již však uvedli, nejednalo se ve většině případů o žáky s nejlepším prospěchem v chemii, ale o žáky s největší aktivitou na sociálních sítích. Považujeme tedy za úspěšné, že se zapojili žáci s průměrným nebo slabším zájmem o chemii.

#### 4.7.2.2 Hodnocení a klasifikace aktivit žáků na sociálních sítích

Od počátku našich aktivit jsme byli konfrontováni s požadavkem žáků na hodnocení a klasifikaci žáků na základě jejich aktivit. Žáci stáli o to, aby probíhala hodnocení jejich aktivit, a to nejlépe ihned po umístění jejich reakce do prostoru uzavřené skupiny. Forma hodnocení měla být ve formě pravda x nepravda a forma nějaké pozitivní motivace v podobě klasifikace. V podstatě se jednalo o podmíněnou motivaci. „Vnitřně (intrinsické) podmíněné motivace vychází z jedince samotného, vnější (extrinsické) motivace vychází naopak z vnějších zdrojů (příjem za práci,

povýšení, klasifikace)“ (Hayes, 2003). Naším cílem bylo posunout motivaci do vnitřní motivace žáků.

V rámci průběhu aktivit jsme jednu vyučovací hodinu realizovali aktivity a následně umísťovali ještě během hodiny úkoly a testové otázky do prostoru uzavřené skupiny s tím, že budeme nejrychlejší správné odpovědi klasifikovat.

Na počátku hodiny jsme museli ale eliminovat prvky nespravedlnosti. Využili jsme skutečnosti, že žák, který se nechtěl do aktivit na sociálních sítích zapojit, byl nepřítomen a zajistili jsme plnou vybavenost žáků přístupem do sociální sítě.

Výsledek byl předjímatelné, skutečně zavládla soutěživá atmosféra. Nejrychleji a správně reagovali žáci s nejlepším prospěchem v chemii. To ale považujeme za nepříznivý jev, kdy by se výrazně začala vylepšovat klasifikace pouze nejlepším žákům, pro ostatní žáky by aktivity přestaly být motivační. Dalším negativním aspektem by byla i velká míra nespravedlnosti, kdy bychom neuměli řešit např. nedostupnost techniky a připojení pro všechny žáky ve stejný okamžik. Nebo principiální odmítání sociálních sítí žáky.

Museli a chtěli jsme se tedy soustředit na skutečnost, že naše aktivity budou žáky zajímat a bavit. To jsme se rozhodli ověřit formou strukturovaného rozhovoru se žáky.

#### **4.7.3 Strukturovaný rozhovor se žáky k zapojení sociálních sítí do výuky chemie**

Po skončení sběru dat jsme se rozhodli pro poslední krok získávání dat a informací. Zajímaly nás postoje a názory žáků k našim aktivitám, především s důrazem na aktivity na sociálních sítích. Připravili jsme tedy strukturovaný rozhovor pro žáky, kteří se zúčastnili a zapojili aktivně do našich aktivit.

##### **4.7.3.1 Příprava strukturovaného rozhovoru**

Pro dotazování jsme připravili sady otázek, které vycházely ze zkušenosti při tvorbě otázek pro expertní tým a v rámci pilotního šetření mezi žáky v roce 2017 (viz kapitola 4.1). Pro rozhovor jsme vybírali žáky tak, aby vznikly devítičlenné skupinky, z každé zapojené třídy jedna. Každá skupina byla složena ze tří trojic. Jedna trojice byla vybrána ze žáků, kteří byli v aktivitách na sociálních sítích neaktivnější, další trojice byla vybrána z průměrných přispěvatelů a poslední trojice z pasivních účastníků aktivit na sociálních sítích. Odpovídalo tedy 27 žáků.

V následujícím přehledu uvádíme otázky pro strukturovaný rozhovor.

### **Část A – postoje k videozáznamům experimentů při hodinách chemie**

1. Má podle vás význam zařazovat videozáznamy chemických a přírodovědných experimentů do výuky chemie?
2. Bavilo by vás zaznamenávat takové experimenty na vlastní zařízení?
3. Jaký máte názor na použití přístrojů žáků na takové záznamy?
4. Je pro vás lepší záznam experimentu od profesionálního kameramana nebo amatérské záznamy z hodin natočené žáky nebo učiteli?
5. Může se sledování videozáznamů experimentů zařadit do domácí přípravy žáků nebo se má realizovat pouze o vyučovací hodině?
6. V jaké míře by mohla být taková aktivita zařazena do výuky?
7. Jak by se mohla taková aktivita dál vyvíjet?

### **Část B – postoj k analýze videozáznamů experimentů**

1. Jaký pro Vás měl význam rozklad a analýza videozáznamů?
2. Je analýza videozáznamů vhodná k lepšímu pochopení chemických reakcí?
3. Považujete rozklad a analýzu videozáznamů za technicky obtížnou záležitost?
4. Myslíte si, že by takovou analýzu mohli provádět i žáci?
5. Jak by se mohla taková aktivita rozvíjet dál?

### **Část C – postoj k aktivitám na sociálních sítích**

1. Považujete za přínosné přenést aktivity spojené s analýzou do prostředí sociálních sítí?
2. Domníváte se, že je vůbec vhodné pracovat se sociálními sítěmi v průběhu hodiny?
3. Je pro vás obtěžující zabývat se chemickými aktivitami ve svém volném čase?
4. Je podle vás vhodné umístit na sociální síť záznamy experimentů?
5. Mohou se takové aktivity nějakým způsobem rozvíjet?

#### **4.7.3.2 Vyhodnocení strukturovaného rozhovoru se žáky**

V **části A** jsme se žáků dotazovali na postoje k videozáznamům, které jsme se žáky společně natáčeli a využívali k videoanalýze a publikování o hodinách i na sociálních sítích.

V první otázce se všichni žáci shodli na tom, že je dobré do hodin zařazovat videozáznamy experimentů do hodin chemie. Mohou tak vidět experimenty, které nebudou mít asi nikdy možnost vidět v reálu nebo pro ně jsou nebezpečné.

Ke druhé otázce se 18 žáků stavělo neutrálně, tedy nevadilo by jim takové aktivity realizovat, 19 žáků by se zapojilo a tak i učinili. Minimálně v podobě záznamu pro vlastní potřebu.

V třetí otázce by nikdo ze žáků neměl problém s využitím vlastních přístrojů pro záznam experimentů. 6 žáků ale zmínilo zastaralost svých zařízení, která by mohla takové záznamy komplikovat. Žáci by uvítali možnost práce se školními zařízeními, např. tablety.

Na čtvrtou otázku všichni žáci odpověděli shodně, že kvalitativně jsou určitě lepší videa od profesionálů, umístěná např. na Youtube (viz Příloha č.1), ale při natáčení vlastních videí oceňují bezprostřednost (6 žáků), jinou formu zážitku (4 žáci) a možnost si experiment natočit podle vlastního scénáře a představ (18 žáků).

V páté otázce se žáci shodli na tom, že sledování záznamů experimentů v domácí přípravě je vítané a výrazně atraktivnější, než učení se např. dle zápisků a učebnic.

Na šestou otázku se odpovědi různily. Shodli se všichni žáci v tom, že je to do hodin chemie dobrá aktivita. Lišily se názory na míru, přesněji procentuální míru podílu k dalším formám. 3 žáci navrhovali 10 %, 15 žáků navrhovalo do 25 % a 9 žáků do 0 %.

K sedmé otázce navrhovali žáci různá řešení do budoucnosti, např. vylepšení technologie záznamu na 3D záznam nebo distanční formu, kdy žák nebo učitel natáčí experiment a žáci záznam sledují doma nebo obecně mimo školu. Navrhovali také jakousi knihovnu experimentů na webových stránkách školy.

V **části B** jsme se soustředili na naše nosné téma, a tím je videoanalýza záznamů chemických experimentů.

V odpovědích na první otázku se všichni žáci shodli na skutečnosti, že videoanalýza, přesněji potom fázování, zpomalování a rozklad na jednotlivé snímky, je velmi zajímavá, zábavná a odhaluje pro ně dosud nevídané skutečnosti. Žáci ocenili to, že nemohli v reálném pohledu vidět to, co měli možnost zhlédnout na záznamu při analýze. Nejvíce atraktivní a podle žáku (21) nejpřínosnější byly experimenty v naší aparatuře, která simulovala válec spalovacího motoru. Hlavně průběhy od první iniciace experimentu po barvy hoření, dokonalost hoření,

intenzitu a skutečnost, že mohli zjistit i rychlost reakce. U některých analýz žáci neskrývali překvapení ze skutečností, které neočekávali nebo vůbec netušili, např. barvy a teploty plamenů, směry reakcí, rychlosti reakcí.

Na druhou otázku odpovídala většina žáků (19) pozitivně a 8 žáků neutrálně. Tedy že i po analýze jsou pro ně zákonitosti analyzovaných experimentů stále obtížně pochopitelné.

Třetí otázka se zabývala technickou náročností rozkladu a analýzy. Žáci obecně považují zpomalení a fázování za zajímavou aktivitu. Část žáků (12) dokáže ve svém smartphonu záznam natočit v high-speed režimu a následně zpomalit a zastavit, eventuálně se přesunout na jakékoli místo záznamu (fázování). Ostatní žáci tuto možnost neměli, ale nabyli přesvědčení, že to nemusí být složitá záležitost. Tuto možnost by uvítali ve svém smartphonu.

Ke čtvrté otázce se všichni žáci vyjádřili pozitivně. Pokud měli žáci (11) možnost zaznamenávat experimenty, tak pro ně aktivita byla atraktivní a nejvíce je zajímal výsledek takového záznamu.

K páté otázce se rozvinula větší diskuse, hlavními myšlenkami byla stále se zlepšující kvalita záznamu ve smartphonech (HD, 4K), včetně větší rychlosti záznamu. Objevil se i názor na využití 3D záznamu a výzva pro školu k nákupu kvalitních kamer s tím, že by natáčeli žáci.

V **části C** jsme se zaměřili na postoj žáků k aktivitám na sociálních sítích. Tato část byla s ohledem na množství názorů nejobsáhlejší.

V první otázce se všichni dotazovaní shodli na tom, že aktivita byla zábavná, zajímavá. Žáci v ní ani neviděli nějaké bezpečnostní riziko z pohledu internetové bezpečnosti. 5 žáků uvedlo, že v porovnání se soukromými aktivitami žáků na sociálních sítích je naše činnost bezpečnostně v pořádku. Většina žáků ocenila skutečnost, že zveřejněním na sociálních sítích se mohou kdykoli k záznamům vrátit a tedy jim slouží jako učební materiál. Všichni také ocenili neformální komentování. Všichni se ale shodli na nutnosti nastavení jasných bezpečnostních pravidlech včetně pravidel slušného komentování.

Ke druhé otázce žáci uvedli, že v průběhu hodiny se může pracovat se sociálními sítěmi. Jako zajímavý bonus žáci ze dvou tříd uvedli skutečnost, že se během hodiny připojili a sledovali naše aktivity žáci, kteří byli doma nemocní nebo pobývali v čekárně u lékaře. Všichni ale uvedli riziko pokušení zabývat se soukromými

aktivitami. 10 žáků přiznalo, že si během hodin a aktivit přečetli soukromé zprávy a 5 žáků na ně odpovědělo.

Třetí otázka směřovala k tomu, zda žáky neobtěžovalo se zabývat ve volném čase na sociálních sítích chemickými experimenty. Jednoznačná odpověď všech byla, že pokud chtějí, mohou si svoji aktivitu na sociálních sítích organizovat. Ojediněle zazněl názor, že občas došlo k vyrušení v nevhodný okamžik, ale bylo to zapříčiněno nevypínáním zvukových signálů nebo datových připojení nebo připojení k wi-fi. Pokud se žáci (9) nezapojovali, bylo to spíše z pohodlnosti nebo z důvodu nízké motivace nebo z neznalosti odpovědí.

Ke čtvrté otázce panovala shoda, nikdo nevznesl připomínku k umístování experimentů na sociální síť. Většina žáků (15) uvedla, že podobné videozáznamy na sociálních sítích ještě neměla nikdy možnost zhlédnout.

K poslední páté otázce se žáci vyjadřovali ve smyslu zapojení dalších sítí, např. Instagramu. Dále navrhovali již zmíněnou možnost klasifikace aktivit. Navrhovali také rozšíření skupin z třídních na ročníkové a dokonce školní. Nejlepší videa by se mohla využívat v systému Moodle. A samozřejmě doporučovali nákup školní techniky.

## 5 Shrnutí

Od počátku naší práce jsme se soustředili na konstrukci inovativních nástrojů, postupů a metod, které by mohly přispět k zatraktivnění výuky chemie. Hlavní osou byl chemický experiment a jiný přístup k jeho demonstraci. Jinou demonstrací experimentu míníme takový postup, který přinese jiný pohled na experiment s přidanou hodnotou, kterou je videoanalýza. Videoanalýzu chápeme tak, že jsme natočili experimenty dostupnou technikou v běžných a high-speed režimech a v dalších alternativních režimech. Následně jsme v rámci vyučovacích hodin a také v prostředí sociální sítě společně se žáky prováděli videoanalýzy experimentů. Videoanalýzy spočívaly ve zpomalování projekce, fázování záznamů, tedy zastavování projekce v klíčových fázích experimentu, a v rozkladu záznamu na jednotlivé snímky. Těmito postupy jsme chtěli získat didaktický prostředek, který přinese naprosto rozdílný vhled do chemického experimentu, odstraní nežádoucí efekt Black-boxu a poskytne doplňující klíčové informace k experimentu žákům i pedagogům.

Abychom takové aktivity mohli realizovat, navrhli, inovovali a vytvořili jsme aparaturu, která je transparentním modelem válce zážehového motoru. V ní jsme realizovali klíčové experimenty našich aktivit. Dále jsme navrhli alternativní experimenty z chemie i fyziky, které by mohly být zaznamenávané a analyzované v rámci námi navrhovaných postupů. Funkčnost a didaktickou efektivitu aparatury jsme ověřili v reálné výuce. Alternativní experimenty jsme taktéž realizovali a ověřili v pedagogické praxi.

Pro záznamy experimentů jsme zkoušeli ekonomicky a uživatelsky dostupné technologie včetně digitálních kamer a mobilních telefonů – smartphonů. Porovnávali jsme kvalitu a použitelnost záznamů. Klíčová pro nás byla i schopnost žáků takovou techniku obsluhovat, protože jsme je chtěli do našich záznamů a analýz zapojit aktivně. Musíme poznamenat, že během doby, kdy jsme výše uvedené aktivity připravovali a realizovali, došlo k zásadnímu kvalitativnímu posunu právě u záznamové techniky. Snažili jsme se tedy tyto trendy postihnout. Nutno podotknout, že právě tyto aktivity vedou k zjednodušení a uživatelské přívětivosti. Právě z tohoto důvodu jsme zapojili ve významném měřítku do aktivit žáky a s jejich vlastními smartphony (BYOT).

Prostřednictvím těchto aktivit a rozdílných technik jsme získali velké množství záznamů experimentů. Tyto záznamy jsme podrobili důkladnému zkoumání a postupně jsme vylepšovali způsoby záznamů a navrhovali další postupy. Vylučovali jsme také experimenty, které nejsou pro videoanalýzu vhodné, nebo jejich analýza nevykazuje didaktický přínos.

Ve výzkumné části naší práce jsme chtěli prostřednictvím případové studie ověřit efektivitu našich aktivit, jejich přínos výuce chemie a potažmo i dalších přírodovědných předmětů. Vytvořili jsme plán případové studie, do které jsme zapojili kromě žáků i kolegy učitele přírodovědných předmětů v rámci expertního týmu. Plán obsahoval sadu aktivit: řízené rozhovory s expertním týmem i žáky, hospitace na hodinách spojených s aktivitami a analýzy aktivit žáků na sociálních sítích (SNA).

Analýzu sociálních sítí jsme považovali za klíčovou část výzkumu. Právě během naší práce jsme našli v sociálních sítích, konkrétně Facebooku, nástroj, jak operativně, rychle a bez výraznějších komplikací publikovat naše videozáznamy a jejich analýzy žákům a zároveň s žáky v tomto jim přirozeném prostředí k naší problematice obousměrně komunikovat. Mohli jsme pozorovat mnoho parametrů takové komunikace, ochotu žáků k ní, jejich reakce a věcnou správnost.

Zajímaly nás samozřejmě i názory a postoje kolegů učitelů z expertního týmu a žáků k zapojení sociálních sítí.

Na základě všech těchto zjištění v rámci naší případové studie jsme si vytvořili obraz, který nám dokáže zhodnotit naše úsilí a aktivity, ukázat slabiny a zároveň nastínit další cestu pro využití námi navržených aktivit.



## 6 Závěry

Po vyhodnocení všech částí naší práce, konkrétně příprav, inovací a návrhů transparentního modelu spalovacího motoru, návrhů a realizací videozáznamů včetně výběru vhodné technologie záznamů, návrhů a realizace videoanalýz, zařazení všech částí do vyučovacího procesu, zapojení sociálních sítí do aktivit a následné podrobení případové studii můžeme konstatovat zjištění, která vypovídají o efektivitě a možné budoucnosti našich aktivit.

První a zároveň velmi obtížnou část naší práce byla příprava transparentního modelu spalovacího motoru. Zásadní požadavky na tento model, včetně názornosti a inovace, se nám podařilo splnit. Ukázalo se a stále ukazuje, že model je plně funkční a plní beze zbytku funkce, které jsme od něj očekávali. Pokud jsme následně dokázali najít vhodnou techniku pro záznam a způsob, jak efektivně záznam analyzovat, získali jsme pro výuku a potažmo žáky aparaturu a postupy, díky kterým dnes žáci mohou a dokáží popisovat a vysvětlovat chemické jevy, které pro ně byly do té doby těžko uchopitelné především z důvodu absence reálného vhledu do experimentu. Žáci dnes kromě jiného dokáží vysvětlit pojmy jako je mez výbušnosti a dokonalost či nedokonalost spalování, dokáží popsat dle barvy plamenů jednotlivé frakce fosilních paliv, teplotu plamene a produkty spalování včetně ekologických aspektů. A to nejen na základě teoretického výkladu, ale i vhledu do reálného experimentu, který jsme jim přinesli. To, že se žáci sami intenzivně zapojili do experimentování, záznamů a videoanalýz přineslo další zatraktivnění našich aktivit a zároveň průnik do dalších oblastí vzdělávání, například multimediální výchovy a kompetencí k ovládání dnešních komunikačních, audiovizuálních a výpočetních technologií.

Jsme si vědomi, že komerční nabídky, akademický prostor a prostředí internetu nabízí nespočet záznamů experimentů různých kvalit. Velké množství takových záznamů jsme shlédli a porovnávali. Velká část těchto záznamů kvalitou předčí naše záznamy. Ale právě přímý kontakt žáků s experimentem, vtažení do tvorby videa a jakási forma odpovědnosti za výsledné produkty přinesla do výuky zvýšení zájmu žáků, lepší pochopení a zábavnost výuky chemie. O tom svědčí osobní zkušenost autorů a především výsledky pozorování ze strany expertního týmu, které jednoznačně potvrdily, že aktivity přinesly do výuky pozitivní směřování a změnu

chování a přístupu žáků. Tento zájem potvrdili i studenti v rámci rozhovorů, které jsme s nimi vedli.

Při výběru a přípravě experimentů jsme si byli vědomi skutečnosti, že ne všechny experimenty budou pro naše záznamy a především analýzy vhodné. Praxe tuto hypotézu potvrdila. Musíme konstatovat, že nejatraktivnější byly experimenty v naší aparatuře. Můžeme si dovolit konstatovat, že se ve spojení se záznamem jedná skutečně o multifunkční aparaturu. Obecně všechny experimenty s rychlým průběhem, především s explozivním charakterem, můžeme považovat za nejlépe přijímané s velkým didaktickým dopadem. Kromě výzkumu toto tvrzení potvrzuje i skutečnost, že žáci požadují opakování experimentů v aparatuře nebo navrhnou sami pro tuto aparaturu další možné experimenty.

Souběžně s inovováním a tvorbou aparatury jsme intenzivně řešili způsoby videoanalýzy a prezentace experimentů. Vyzkoušeli jsme mnoho způsobů a musíme poznamenat, že právě kvalitativní vývoj technologií v průběhu naší práce nám nabídl varianty, které jsme nakonec využili. Jedná se o software k rozkladu videí na jednotlivé snímky, využívání smartphonů žáků (BYOT) a pro prezentaci v cílové fázi využití sociálních sítí.

Právě sociální sítě se pro nás staly na jednu stranu spolupracujícím prostorem a na stranu druhou i diagnostickým nástrojem v rámci výzkumu. V průběhu zapojování sítí jsme postupně objevovali další a další možnosti, které tento prostor nabízel. Jedná se o umístování videozáznamů, klíčových snímků experimentů, diskuse, úkoly, odkazy na související témata, ankety, soutěže apod. Je pravdou, že pohled na využití sociálních sítí se lišil u žáků a u členů expertního týmu. Žáci téměř jednoznačně prezentovali, že se jedná o více než přijatelnou aktivitu, uživatelsky přívětivou. Jako přidanou hodnotu uváděli skutečnosti jako např. možnost zabývat se aktivitami mimo prostor školy nebo v případě nepřítomnosti ve škole být přítomni prostřednictvím sdílení v uzavřených skupinách. Nás těšilo, že se do těchto aktivit zapojili nejvíce žáci, kteří v chemii nedosahovali nejlepších výsledků, spíše se jednalo o žáky prospěchově průměrné s průměrnou aktivitou o hodinách chemie.

Učitelé – členové expertního týmu zaujali k aktivitám na sociálních sítích poněkud ambivalentní postoj. Nejednalo se o úplné odmítání, spíše o obavy v rámci kybernetické bezpečnosti, o konflikt se školními řády a nadužívání sociálních sítí nad rámec představ učitelů. Na druhou stranu učitelé po hospitacích ocenili

inovativnost a nesporný zájem žáků o tyto aktivity. Domníváme se, že rezervovaný přístup učitelů je dán jejich v průměru nižším používáním sociálních sítí obecně.

Jsme si vědomi, že práce na sociálních sítích nám přinesla určitá kritická místa, např. skutečnost, že ne 100 % žáků sítě využívá. To v budoucnu můžeme řešit nákupem dostupné školní techniky (tabletů, smartphonů) a umožnit všem žákům pracovat podle jejich přání např. pouze v rámci uzavřené skupiny třeba pod anonymními profily. Dále jsme predikovali se žáky i učiteli určité pokušení, že žáci o hodinách budou chtít řešit o hodinách na sociálních sítích soukromé záležitosti, což se v určité, byť malé míře potvrdilo. Toto pokušení jsme se snažili eliminovat právě atraktivitou a připraveností experimentování. Naopak se nepotvrdilo žádné bezpečnostní riziko, které jsme eliminovali supervizí nad komunikací všech aktivních žáků.

Na závěr bychom rádi uvedli náš subjektivní pohled. Všechny dílčí aktivity našeho disertačního projektu se podařilo zrealizovat a získat v průběhu jejich naplňování další rozměry a benefity, se kterými jsme nepočítali a přinesli je sami žáci nebo technologický pokrok. Nabyli jsme přesvědčení, že aktivity žáky bavily a že žáci sami dokáží posouvat možnosti těchto aktivit. I pro nás byla práce přínosná a zajímavá a skutečně nás bavila. Chceme v rámci vzdělávacích aktivit a odborných článků svoje výsledky prezentovat a nabízet zkušenosti, protože jsme přesvědčeni o přínosu výuce chemie i jiných přírodovědných předmětů. Technologický pokrok v oblasti komunikací a multimédií se dále bude rozvíjet a my jsme připraveni tyto trendy zachytávat a v maximální možné míře je implementovat do našich budoucích aktivit.

## Seznam použité literatury

1. ADAMKOVIČ, Emil. *Chemie 7 pro sedmý ročník základní školy*. 5., přeprac. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. Učebnice pro základní školy (Státní pedagogické nakladatelství). ISBN 80-04-24693-1.
2. BENEŠ, Pavel, Martin RUSEK a Tomáš KUDRNA, 2015. Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*. **109**(2), s. 159–162. ISSN 0009-2770.
3. BĚLECKÝ, Zdeněk. Hospitace. *Metodický portál RVP* [online]. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, 2006 [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/gs/933/HOSPITACE.html/>
4. BÍLEK, Martin a Jiří RYCHTERA, 2000. *Chemie na každém kroku*. Praha: Moby Dick. ISBN 80-86237-05-2.
5. BÍLEK, Martin, 1997. Školní chemický experiment s využitím počítače. *Chemické listy*. **91**(12), s. 1074–1080. ISSN 0009-2770.
6. BÍLEK, Martin, 1997. *Výuka chemie s počítačem*. Hradec Králové: Gaudeamus. ISBN 80-7041-769-2.
7. BÍLEK, Martin, 2001. Počítačem podporovaný školní chemický experiment. In: BÍLEK, Martin. *Celoslovenský odborný - metodický seminář metodiků chemie – Piešťany, 10. – 12. 10. 2001*. Bratislava: ŠPÚ, s. 19-29.
8. BÍLEK, Martin, 2005. *ICT ve výuce chemie: studijní materiály pro realizaci volitelného modulu P v rámci Státní informační politiky ve vzdělávání*. Hradec Králové: Gaudeamus. ISBN 80-704-1631-9.
9. BÍLEK, Martin, 2011. Možnosti a rizika využívání počítačových animací a simulací v počáteční výuce chemie. *ChemZi – slovenský časopis o chémii pre chemické vzdelávanie, výskum a priemysel*. **7**(13). ISSN 1336-7242.
10. BÍLEK, Martin, 2011. *K virtualizaci školních experimentálních činností: reálný a virtuální experiment - možnosti a meze využití jejich kombinace v počáteční přírodovědné výuce: (s příklady z výuky chemie)*. Hradec Králové: WAMAK CZ. ISBN 978-80-86771-47-2.

11. BÍLEK, Martin a Jiří RYCHTERA. *Chemie krok za krokem*. Praha: Moby Dick, 1999, 198 s. ISBN 80-862-3703-6.
12. BÍLEK, Martin, SKALICKÁ, Petra, Jiří RYCHTERA a Karel MYŠKA, 2009. Reálný a virtuální chemický experiment - současnost a perspektivy. In: KMEŤOVÁ, Jarmila a Mária LICHVÁROVÁ. *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie II. – Zborník z medzinárodnej konferencie, Donovaly, 27. – 29. 5. 2009*. Banská Bystrica: FPV UMB, s. 9–13. ISBN 987-80-8083-751-8.
13. BÖHMOVÁ, Hana a Renata ŠULCOVÁ, 2007. Alternativní využití experimentu v chemickém vzdělávání. In: *5. ročník konference Alternativní metody výuky*. Praha.
14. BRDIČKA, Bořivoj, 2012. Noste si vlastní přístroje!. In: *Metodický portál RVP* [online]. Praha: NÚV [cit. 2018-02-04]. ISSN 1802-4785. Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/15515/noste-si-vlastni-pristroje.html>
15. BRESTENSKÁ, Beáta, Tibor NAGY a Mária GANAJOVÁ, 2003. *Informačné a komunikačné technológie vo vyučovaní chémie : nové kompetencie práce učiteľa s IKT: Nové učenie a vyučovanie s IKT*. Bratislava: Ústav informácií a prognóz školství. ISBN 80-7098-342-6.
16. BRONKHORST, John, 2002. Multimediální koncepce založené na vyváženém modelu učení: Příklady z Nizozemí. *Pedagogická orientace*. **12**(4), s. 44–56. ISSN 1211-4669.
17. BRYMAN, Alan, 2005. *Quantity and quality in social research*. London: Routledge. ISBN 0415078989.
18. Centrum nápovědy. *Facebook* [online]. Facebook, 2019 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: [https://www.facebook.com/help/220336891328465?helpref=about\\_content](https://www.facebook.com/help/220336891328465?helpref=about_content)
19. ČADÍLEK, Miroslav a Aleš LOVEČEK, 2003. *Didaktika odborných předmětů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o.
20. ČÍŽKOVÁ, Věra a Hana ČTRNÁCTOVÁ, 2007. Přírodovědná gramotnost – realita nebo vize?. In: *ScienEdu – Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov: mezinárodní konference ScienEdu*. Bratislava: UK, s. 19–22. ISBN 978-80-88707-90-5.

21. DE MEZER-BRELIŇSKA, Krystyna a Józef SKRZYPCZAK, 2012. Ewolucja podręczników szkolnych. *Media - Edukacja - Kultura* [online]. 1, s. 180–190 [cit. 2018-02-04]. ISSN 978-83-924173-0-9. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10593/5975>
22. DENZIN, Norman K. a Yvonna S. LINCOLN, 2005. *The SAGE handbook of qualitative research*. 3rd ed. Thousand Oaks: Sage Publications. ISBN 07-619-2757-3.
23. DOSTÁL, Jiří, 2008. *Učební pomůcky a zásada názornosti*. Olomouc: Votobia. ISBN 978-80-7220-310-9.
24. DOSTÁL, Jiří, 2013. Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trendy ve vzdělávání* [online]. 6(1), s. 9–19 [cit. 2018-01-22]. ISSN 1805-8949. Dostupné z: [https://tvv-journal.upol.cz/artkey/tvv-201301-0002\\_experiment\\_jako\\_soucast\\_badatelsky\\_orientovane\\_vyuky.php](https://tvv-journal.upol.cz/artkey/tvv-201301-0002_experiment_jako_soucast_badatelsky_orientovane_vyuky.php)
25. EL BILANI, Rania a Jean-Francois LE MARÉCHAL, 2006. The use of ICT in chemistry teaching at upper secondary level. *HAL* [online]. © 2006 [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00375075/document>
26. ESKICIOGLU, Ahmet M. a Danny KOPEC, 2003. The Ideal Multimedia-Enabled Classroom: Perspectives from Psychology, Education, and Information Science. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* [online]. 12(2), s. 199–221 [cit. 2018-07-12]. ISSN 1055-8896. Dostupné z: <https://www.learntechlib.org/primary/p/14575/>
27. FALK, John H., Martin STORKSDIECK a Lynn D. DIERKING, 2007. Investigating public science interest and understanding: evidence for the importance of free-choice learning. *Public Understanding of Science* [online]. 16(4), s. 455–469 [cit. 2018-03-12]. ISSN 1361-6609. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0963662506064240>
28. FIK, Josef. Složení zemních plynů. *TZBinfo* [online]. Praha: Topinfo, 2004 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/89-slozeni-zemnich-plynu>

29. HÁSEK, Roman a Jiří RYCHTERA, 2014. Nové trendy a možnosti využití videa ve výuce chemie. *Biológia, ekológia, chémia: časopis pre školy*. **18**(4), s. 3–6. ISSN 1338-1024.
30. HÁSEK, Roman a Jiří RYCHTERA, 2015. Nové přístupy k interpretaci chemického experimentu jako jeden z předpokladů zvyšování motivace ve výuce chemie. In: CIDLOVÁ, Hana, ed. *Didaktika chemie a její kontexty: Sborník příspěvků z konference 20.–21. 5. 2015*. Brno: Masarykova univerzita, s. 24–30. ISBN 978-80-210-7996-0.
31. HÁSEK, Roman a Jiří RYCHTERA, 2016. Inovovaný model zážehového motoru. In: *11. Mezinárodní seminář studentů doktorského studia oboru Didaktika chemie*. Praha: P3K, s. 51–56. ISBN 978-80-87343-59-3.
32. HAYES, Nicky. *Aplikovaná psychologie*. Přeložil Dagmar BREJLOVÁ. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-807-4
33. HEDE, Andy, 2002. Integrated Model of Multimedia Effects on Learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. **11**(2), s. 171–191. ISSN 1055-8896.
34. HENDL, Jan, 2012. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. 3. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0219-6.
35. HÖFER, Gerhard a Emanuel SVOBODA, 2005. Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky. In: RAUNER, Karel, ed. *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, Rámcové vzdělávací programy: sborník z konference: Srní*. Plzeň: Západočeská univerzita, s. 52–70. ISBN 978-80-7043-785-8.
36. Chemie hrou. *Svaz chemického průmyslu* [online]. Praha: SCHP, 2018 [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.schp.cz/info/chemie-hrou>
37. CHUM, Sebastian, 2013. Současné generace X, Y a Z - krátké seznámení. In: *IDNES: Blog* [online]. 12. 11. 2013 [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://sebastianchum.blog.idnes.cz/blog.aspx?c=372981>
38. INGRAM, Paul, Peter WHITEHEAD, RoseMarie GALLAGHER a Radek MEISNER. *Chemie: doplňující studijní materiál*. Praha: Václav Svojtka, 1999. Přehled učiva. ISBN 80-723-7147-9

39. IT-slovník - "Like". *IT-slovník.cz* [online]. Wien: Kamil Havlicek [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://it-slovník.cz/pojem/like>
40. JANŠTOVÁ, Vanda a Martin RUSEK, 2015. Ways of Student Motivation towards Interest in Science. In: RUSEK, Martin, Dagmar STÁRKOVÁ a Iva METELKOVÁ, ed. *Project-based Education in Science Education XII*. Praha: UK, s. 28–33.
41. JONIAKOVÁ, Daniela. *Chémia pre základné školy*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1995. ISBN 80-08-02291-4
42. JIRSA, Tomáš, 2012. *Počítačem podporované kolaborativní učení: Edukační technologie* [online]. Praha: Univerzita Karlova [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: [http://it.pedf.cuni.cz/strstud/edutech/2014\\_Jirsa/index.htm](http://it.pedf.cuni.cz/strstud/edutech/2014_Jirsa/index.htm)
43. KALYUGA, Slava, Paul CHANDLER a John SWELLER, 1999. Managing Split-attention and Redundancy in Multimedia Instruction. *Applied cognitive Psychology*. 13, 351–371. ISSN 0888-4080.
44. KAŠPAR, Emil, 1978. *Didaktika fyziky*. Praha: SPN.
45. Khan Academy, 2015. Vzdělávací portál: Můžeš se naučit cokoliv. *Khanovaskola.cz* [online]. © 2015 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: [https://khanovaskola.cz/?gclid=Cj0KCQiA2snUBRDfARIsAIGfpqH4Cj02Ua8ImbjeKAwNxz1WwKgJZduHNi5yqK-8wQ9IwPezMfyp3S8aAq91EALw\\_wcB](https://khanovaskola.cz/?gclid=Cj0KCQiA2snUBRDfARIsAIGfpqH4Cj02Ua8ImbjeKAwNxz1WwKgJZduHNi5yqK-8wQ9IwPezMfyp3S8aAq91EALw_wcB)
46. KOLÁŘ, Karel, 1993. *Experiment z organické chemie ve vysokoškolské přípravě učitelů*. Hradec Králové. Habilitační práce. Vysoká škola pedagogická.
47. KOPECKÝ, Kamil. České děti a Facebook 2015. *E-bezpečí* [online]. Olomouc: PDF UP, 2015 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <https://www.e-bezpeci.cz/facebook2015/>
48. KRIČFALUŠI, Dana, 2006. *Podpora zájmu mládeže o studium přírodovědných oborů: Závěrečná zpráva o řešení rozvojového projektu MŠMT č. 615/1*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě.
49. KROTKÝ, Jan a Petr MACH, 2015. Porovnání aparátu řízení učení mezi klasickou a elektronickou učebnicí. *Edukacja-Technika-Informatyka*. 6(2), s. 32–38. ISSN 2080-9069.
50. KULIČ, Václav, 1980. Základní principy a mechanismy učení. In: KOLÁŘ, Zdeněk et al., eds. *Pedagogická psychologie*. Praha: SPN.



51. LOS, Petr, Marta KLEČKOVÁ a Jiřina HEJSKOVÁ, 1996. *Chemie se nebojíme: chemie pro základní školu*. Praha: Scientia. ISBN 80-7183-027-5.
52. MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC, 2003. *Výukové metody*. Brno: Paido. ISBN 80-7315-039-5.
53. MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC, 2009. Formy a metody výuky. In: PRŮCHA, Jan, ed. *Pedagogická encyklopedie*. Praha: Portál, s. 194–199. ISBN 978-80-7367-546-2.
54. MANĚNA, Václav, ŽUMÁROVÁ, Monika, Karel MYŠKA a Martina MANĚNOVÁ, 2010. Význam internetové komunikace v životě současné mládeže a ve výuce. In: BÍLEK, Martin, ed. *Aktuální trendy ICT ve výuce XX.: Sborník abstraktů 20. mezinárodního semináře o výuce chemie*. Hradec Králové: Gaudeamus, s. 59–60. ISBN 978-80-7435-082-5.
55. MINARČÍK, Josef a Martin HAVELKA, 2009. Využití integrujícího pojmu automobil ve výuce obecně technického předmětu na ZŠ. *Trendy ve vzdělávání*. 2(1), s. 504–509. ISSN 1805-8949.
56. MYŠKA, Karel, MANĚNA, Václav, Martina MANĚNOVÁ a Karel KOLÁŘ, 2010. Výuka chemie pomocí vysokorychlostního digitálního záznamu. In: BÍLEK, Martin, ed. *Aktuální trendy ICT ve výuce chemie XX.: Sborník abstraktů 20. mezinárodního semináře o výuce chemie*. Hradec Králové: Gaudeamus, s. 60. ISBN 978-80-7435-082-5.
57. Nová vlajková loď Samsungu se ukáže 20. února. In: *Novinky.cz* [online]. Praha: Borgis, 2019, 28. ledna 2019 [cit. 2019-01-28]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/internet-a-pc/mobil/495673-nova-vlajkova-lod-samsungu-se-ukaze-20-unora.html>
58. NUOV, 2012. RVP pro střední zdravotnické školy. *Nuov.cz* [online]. © 2012 [cit. 2018-06-30]. Dostupné z: <http://www.nuov.cz/ramcove-vzdelavaci-programy>
59. NÚV, 2016. RVP pro základní vzdělávání. *Nuv.cz* [online]. © 2016 [cit. 2018-6-30]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>
60. ONDEROVÁ, Ludmila, 1997. Netradičný fyzikálny experiment a jeho miesto vo vyučovaní fyziky. In: *Netradičný fyzikálny experiment a jeho miesto vo vyučovaní fyziky: Netradičný fyzikálny experiment a jeho miesto vo vyučovaní fyziky*. Nitra, s. 125–127.

61. PACHMAN, Eduard a Jiří POSPÍŠIL, 1981. *Pokusy žáků v chemii II.: metodická příručka*. Praha: Komenium.
62. PACHMAN, Eduard a Pavel BENEŠ, 1993. *Didaktika chemie: část obecná*. Praha: UK.
63. PACHMAN, Eduard, BANÝR, Jiří, Jiří BOROVIČKA a Josef HALBYCH, 1982. *Technika a didaktika školních chemických pokusů I*. Praha: SPN.
64. PASSERINI, Katia, 2007. Performance and Behavioral Outcomes in Technology-Supported Learning: The Role of Interactive Multimedia. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. **16**(2), s. 183–211. ISSN 183-211.
65. PERUTKOVÁ, Lenka, KOUTKOVÁ, Vlasta, Jana KROUŽKOVÁ a Kateřina MIKŠOVSKÁ, 2009. Auto – náš přítel nebo nepřítel?: Detail projektu či výukové aktivity. *Projektovavyuka.cz* [online]. © 2009 [cit. 2017-4-14]. Dostupné z: <http://www.projektovavyuka.cz/ShowProject.aspx?projectID=160>
66. Požáry a exploze. In: *Studijní materiály VŠCHT* [online]. Praha: VŠCHT, 2005 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <https://bit.ly/2YhZ2Cs>
67. PRŮCHA, Jan, Eliška WALTEROVÁ a Jiří MAREŠ, 2013. *Pedagogický slovník*. 7., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0403-9.
68. PUMPR, Václav, Pavel BENEŠ a Josef HERINK, 2001. *K projektovému vyučování v chemii a zeměpisu na ZŠ: (texty pro pedagogický experiment)*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický. ISBN 80-238-6936-1.
69. RAMBOUSEK, Vladimír, 2014. *Materiální didaktické prostředky*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-664-2.
70. RESTART, 2014. Výuka chemie s podporou ICT: Vzdělávací program. In: *Metodický portál: inspirace a zkušenosti učitelů* [online]. Praha: NÚV [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=74139&view=11731>
71. RUSEK, Martin, 2015. Kolik a čeho vlastně kupujeme?. In: *Metodický portál: inspirace a zkušenosti učitelů* [online]. Praha: NÚV [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/ZFAB/20509/KOLIK-A-CEHO-VLASTNEKUP UJEME.html/>

72. SENČANSKI, Tomislav. *Malý vědec: experimenty, které můžete provádět i doma*. Ilustroval Darko ŽEBRIĆ. Brno: Computer Press, 2006. Dětská naučná edice. ISBN 80-251-0999-2.
73. SENČANSKI, Tomislav. *Malý vědec: experimenty, které můžete provádět i doma*. Ilustroval Miroslav "Brada" MILUTINOVIĆ. Brno: Computer Press, 2006. Dětská naučná edice. ISBN 80-251-0998-4.
74. SCHREINER, Camilla a Svein SJØBERG, 2004. *Sowing the seeds of ROSE: background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) : a comparative study of students' views of science and science education*. Oslo: University of Oslo, Faculty of Education, Department of Teacher Education and School Development. ISBN 8290904797.
75. STAHL, Gerry, 2006. *Group cognition: computer support for building collaborative knowledge*. Cambridge, Mass.: MIT Press. ISBN 02-621-9539-9.
76. STÁRKOVÁ, Dagmar a Martin RUSEK, 2016. Etické a bezpečnostní aspekty využívání ICT ve výuce chemie. *Scientia in Educatione* [online]. 7(2), s. 100–110 [cit. 2018-03-04]. ISSN 1804-7106. Dostupné z: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/374/318>
77. Super BA 95. *Autotrans Petrol* [online]. Velichovky: Autotrans Petrol, 2010 [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: <https://www.atpetrol.cz/technicke-info/natural-95/>
78. ŠIROKÝ, Miroslav, 2014. *Úloha ICT ve skupinové komunikaci*. Praha. Diplomová práce. Bankovní institut vysoká škola. Vedoucí práce Lubomír Janových.
79. ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK, 2002. Změny učebních činností - nezbytný předpoklad modernizace výuky chemie. In: *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis: Séria D. Supplementum 1. Smolenice*. Trnava: Trnavská univerzita, s. 111–117. ISBN 80-89074-47-2.
80. ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK, 2009. Lesk a bída školního chemického experimentu. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX.: 1. část: Původní výzkumné práce, teoretické a odborné studie*. Hradec Králové: Gaudeamus, s. 238–245. ISBN 978-80-7041-827-7.
81. ŠKODA, Jiří, Pavel DOULÍK a Jan PÁNEK. *Chemie 8: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2006. ISBN 80-7238-442-2

82. ŠVAŘÍČEK, Roman a Klára ŠEĐOVÁ. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0.
83. THELWALL, Mike, KOUSHA, Kayvan, Katrin WELLER a Cornelius PUSCHMANN, 2012. Chapter 9 Assessing the Impact of Online Academic Videos. In: WIDÉN, Gunilla a Kim HOLMBERG, eds. *Social Information Research* [online]. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, s. 195–213 [cit. 2018-06-20]. DOI: 10.1108/S1876-0562(2012)0000005011. ISBN 978-1-78052-832-8. Dostupné z: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/S1876-0562%282012%29000005011>
84. TOUŠEK, Laco, 2014. Analýza sociálních sítí. *Antropologie.org* [online]. © 2014 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <http://www.antropologie.org/cs/metodologie/analyza-socialnich-siti>
85. TRNOVÁ, Eva, 2010. Realizace mezinárodních přírodovědných projektů v ICT prostředí (e-twinning). In: *Aktuální trendy ICT ve výuce chemie XX*. Hradce Králové. Gaudeamus. ISBN 978-80-7435-082-5.
86. VESELSKÝ, Milan a Helena HRUBIŠKOVÁ, 2009. Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*. Brno: Masarykova univerzita, **19**(3), s. 45–64. ISSN 1211-4669.
87. Stereoskopie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2014-10-18 [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Stereoskopie>
88. ZIMMER, Jessica E., 2003. Teaching Effectively with Multimedia. *Visionlearning.com* [online]. **HELP-1**(9) [cit. 2018-07-01]. Dostupné z: <https://www.visionlearning.com/en/library//13/Teaching-Effectively-with-Multimedia/87>
89. ZVOLSKÝ, Petr, 1997. *Obecná psychiatrie*. 2. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 80-718-4494-2.

# Přílohy

## Příloha č. 1: Video zabývající se činností spalovacího motoru

Uvádíme zde přehled vyhledaných videí na kanálu YouTube, které obsahují tematiku vzhledu do činnosti spalovacího motoru:

### Kompilace

<https://www.youtube.com/watch?v=qpiYYWiPEnU>

<https://www.youtube.com/watch?v=-uxB8aiZyTc>

<https://www.youtube.com/watch?v=DRSe33tXDu4>

[https://www.youtube.com/watch?v=dRaqPULZL\\_Q](https://www.youtube.com/watch?v=dRaqPULZL_Q)

[https://www.youtube.com/watch?v=opj-V140\\_2w](https://www.youtube.com/watch?v=opj-V140_2w)

### Animace

jednoduchá

[https://www.youtube.com/watch?v=UVt\\_P2PHQu8](https://www.youtube.com/watch?v=UVt_P2PHQu8)

kombinovaná

<https://www.youtube.com/watch?v=LuCUmQ9FxmU>

propracovaná

<https://www.youtube.com/watch?v=Y0f0dDJeeSU>

zpomaleně:

<https://www.youtube.com/watch?v=EKQprWAHFTk>

### Benzínový motor

<https://www.youtube.com/watch?v=wSjdPySYIxU>

<https://www.youtube.com/watch?v=4LXYV9Bkqb8>

<https://www.youtube.com/watch?v=MfdE9rS7RsA>

### Kamera uvnitř válce

<https://www.youtube.com/watch?v=UvmBLqjaZxY>

[https://www.youtube.com/watch?v=cy\\_yaAOKjA8](https://www.youtube.com/watch?v=cy_yaAOKjA8)

### Skleněný válec

<https://www.youtube.com/watch?v=W4OfZOcqV3Y>

<https://www.youtube.com/watch?v=EzrnXVV6q80>

<https://www.youtube.com/watch?v=73txXT21aZU>

<https://www.youtube.com/watch?v=Vy0Ad81dGVI>

### Jiné

<https://www.youtube.com/watch?v=P-WYdrRKQvs>

<https://www.youtube.com/watch?v=OGj80neMjek>

<https://www.youtube.com/watch?v=e2w4LmD59Nc>

<http://www.pokusyprodeti.cz/pokusy/fyzika/40-molekulova-fyzika-a-termika/126-vybusny-model-zazehoveho-motoru>

<http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/texty/automobily-motocykly/zazehovy-a-vznetovy-motor-video-princip-demonstrace-jaky-je-rozdil-mezi-motory>

<https://www.youtube.com/watch?v=LuCUmQ9FxmU>

## Příloha č.2 - Písemný test – téma vodík

Jméno a příjmení:..... Třída:.....

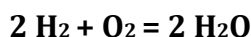
Správnou odpověď zakroužkujte. Pokud si to rozmyslíte, kroužek škrtněte a zakroužkujte jinou Vámi vybranou odpověď. V případě výběru z možností je pouze jedna správná.

### Tučně jsou uvedeny správné odpovědi

- Pořadí vodíku v periodické soustavě prvků
  - 1.**
  - 2.
  - 4.
  - 7.
- Počet protonů v atomu vodíku
  - 1**
  - 2
  - 3
  - 4
- Běžný počet atomů v molekule vodíku
  - 1
  - 2**
  - 3
  - 4
- Izotop vodíku se dvěma nukleony se nazývá
  - Ozon
  - Tritium
  - Deuterium**
  - Quarterium
- Správná elektronová konfigurace vodíku je:
  - $1f^1$
  - $1p^1$
  - $1d^1$
  - $1s^1$**
- Správné vlastnosti vodíku jsou:
  - Namodralý plyn, hořlavý, bez zápachu
  - Namodralý plyn, hořlavý, s typickým zápachem po hořkých mandlích
  - Bezbarvý plyn, hořlavý, bez zápachu**
  - Bezbarvý plyn, hořlavý, se štiplavým zápachem
- Jaké procento vodíku je obsaženo v atmosféře?
  - 21%
  - 78%
  - Téměř 0%**
  - 1%
- Který objekt sluneční soustavy obsahuje nejvyšší procento vodíku?
  - Jupiter
  - Saturn
  - Slunce**
  - Mars

9. Kolikrát je vodík lehčí než vzduch?
- 14 x**
  - 8x
  - 4x
  - 2x
10. Mez výbušnosti vodíku je stanovena v rozmezí koncentrace ve vzduchu:
- 20 – 30%
  - 35 – 50%
  - 4 – 75%**
  - 1 – 25%
11. Barva plamene při hoření vodíku za dostatečného přístupu kyslíku je:
- Bleděmodrý nsvítivý**
  - Oranžový svítivý
  - Nazelenalý nsvítivý
  - Červený svítivý
12. Při hoření nebo výbuchu vodíku vzniká jako produkt reakce
- Peroxid vodíku
  - Hydrid uhličitý
  - Voda**
  - Helium
13. Ve vodíkové bombě se vodík za obrovských teplot mění na helium a uvolňuje se velká energie. Jedná se o reakci
- Termonukleární**
  - Štěpnou
  - Oxidační
  - Termobarickou
14. Tlakové přepravní lahve s vodíkem jsou označeny pruhem
- Modrým
  - Bílým
  - Červeným**
  - Zeleným
15. Vodík se průmyslově vyrábí
- Reakcí vody a zinku
  - Elektrolýzou vody**
  - Destilací kapalného vzduchu
  - Elektrolýzou kuchyňské soli

16. Zapište a správně vyčíslete rovnici reakce hoření vodíku



17. Pokud ve válci shoří 1 dm<sup>3</sup> vodíku, kolik gramů produktu vznikne? 1 mol vodíku = 22,4 dm<sup>3</sup>, Ar O = 16, Ar H = 1.

**0,8 g vody**

18. Uved' příklady praktického nebo průmyslového využití vodíku  
**Hydrogenace tuků, palivo do raket, autogen, výroba chlorovodíku a amoniaku, dříve plnění vzducholodí**

19. Jak se souborně nazývají organické látky, které se skládají pouze z vodíku a uhlíku? Uved' jeden příklad.

**Uhlovodíky, methan**

20. V budoucnosti by mohl vodík sloužit jako zdroj energie. Uved' alespoň jedno technické zařízení, kde může být v budoucnu vodík zdrojem energie.

**Termojaderná fúze, palivové články**



### Příloha č. 3

#### Dohoda o spolupráci na výzkumu a aktivitách v rámci zpracování disertační práce „Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT“

Níže uvedení

**Roman Hásek, autor disertační práce (dále jen autor)**

**a**

.....**(člen expertního týmu) (dále jen člen)**

se dohodli na spolupráci v rámci výzkumu k disertační práci s názvem „Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT“.

Autor se tímto zavazuje:

- 1) Informovat člena o všech požadovaných aktivitách a detailech výzkumu, a to konkrétně se účastnit strukturovaných rozhovorů, hospitační činnosti včetně zápisu a vyplnění dotazníků.
- 2) Vybavit člena srozumitelným materiálem k aktivitám.
- 3) Veškeré osobní a odborné údaje o členovi týmu uvádět pouze v anonymizované podobě, tedy beze jména.
- 4) Písemné materiály odevzdané členem týmu neposkytovat třetím osobám, výjimkou je pouze přepsaná podoba.
- 5) Podat členovi týmu na vyžádání všechny informace o výsledcích a analýzách, na kterých se člen podílel.

Člen se tímto zavazuje:

- 1) Absolvovat a vykonat jednotlivé požadované aktivity podle pokynů autora bez nároku na odměnu.
- 2) Zachovávat mlčenlivost o všech osobních údajích, názorech i postojích žáků i kolegů – členů.
- 3) Data získaná z hospitací uvádět pouze v anonymizované podobě.
- 4) Bez souhlasu autora neprezentovat výsledky výzkumu s výše uvedené práce.

V Trutnově dne:

.....

**autor**

.....

**člen**

## **Příloha č. 4**

### **Informace pro žáky VOŠZ, SZŠ a OA Trutnov a jejich zákonné zástupce o účasti na výzkumu a aktivitách v rámci zpracování disertační práce „Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT“**

Níže uvedení

**Roman Hásek, autor disertační práce (dále jen autor)**

si Vás dovoluje informovat, že v rámci výuky předmětům chemie a fyziky se budou žáci účastnit aktivit, které budou sledovány autorem a členy expertního týmu v rámci výzkumu pro disertační práci autora s názvem „Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT“.

Součástí výzkumu bude sledování a hodnocení činnosti žáků během vyučovacích hodin, dále hodnocení jejich vědomostí a dovedností. Před každou aktivitou, kdy se bude výzkum realizovat, budou žáci jednoznačně informováni. Veškerá data z tohoto výzkumu se budou získávat, zpracovávat a archivovat v anonymizované podobě. Nikdy se tedy nebudou zpracovávat osobní data včetně jmen a příjmení.

Žáci se také mohou dobrovolně zapojit do výzkumu aktivit na sociální síti Facebook™, kdy se mohou zapojit do sdílení svých aktivit z vyučovacích hodin a záznamů (videa, fotografie, texty z experimentů) v rámci uzavřené skupiny. Záznamy experimentů pořízené žáky mohou být použity ve výše uvedené práci. Nikdy se v rámci této skupiny nebudou zveřejňovat osobní data. Žáci také mohou dobrovolně používat vlastní elektronická zařízení, jakými jsou mobilní telefony, fotoaparáty a kamery, tablety a notebooky. Výstupy z těchto aktivit se budou zpracovávat a prezentovat pouze v anonymizované podobě. K těmto aktivitám je nutný zvláštní písemný souhlas žáků i zákonných zástupců.

Žáci nebo jejich zákonní zástupci mohou odmítnout předem nebo v průběhu aktivit kdykoliv odvolat svůj souhlas. Potom se aktivity takového žáka nebudou sledovat, zaznamenávat, zpracovávat a uchovávat. To se ale netýká aktivit, které mají vztah k přímé výuce. Například klasifikace a chování. To se bude hodnotit dále v souladu se školním a klasifikačním řádem školy.

Já, níže podepsaný/á (jméno a příjmení).....

narozen/a dne:..... žák/yně třídy: .....

**souhlasím / nesouhlasím** (nehodící se škrtněte) se svým zapojením do výzkumu pro disertační práci autora s názvem „Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT“. Tento výzkum se bude realizovat na VOŠZ, SZŠ a OA Trutnov. Můj souhlas platí do 30. června 2019.

V .....dne.....

podpis žáka

Dále **souhlasím / nesouhlasím** s tím, že se zapojím v rámci uzavřené skupiny v sociální síti Facebook™ do aktivit a sdílení fotografií, videozáznamů experimentů a textů k těmto experimentům. K tomu se uvoluji používat vlastní mobilní telefon nebo tablet nebo kameru nebo notebook.

.....

podpis žáka

Jako zákonný zástupce výše uvedeného žáka/vedené žákyně beru na vědomí a **souhlasím/nesouhlasím** (nehodící se škrtněte) s jeho/jejím výše uvedeným stanoviskem.

K tomuto uvádím následující

výhrady:.....

.....

.....

V .....dne.....

.....  
podpis zákonného

zástupce

## Příloha č. 5

Hospitační záznam z hodin pro výzkum v rámci zpracování disertační práce „Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT“

### Příloha č. 5

Hospitační záznam z hodin pro výzkum v rámci zpracování disertační práce „Videoanalýza vybraných školních chemických experimentů s podporou ICT“

Předmět:  Hodina:  Třída:  Počet žáků:  Z toho chlapců:  Hospitoval:

Téma:

min	aktivity učitele	aktivity žáků	% aktiv.	interakce učitel → žák	interakce žák → učitel	interakce žák → žák	poznámky
1	klade motivaci olázkou	⊙	50				
2 ⊙	hoření $H_2$	⊙	75			2 žáci sedly blíž kou projeví při	⊙
3 ⊙	reakce na tabuli u klade?	⊙ ⊙ ž odpovídají				1 ž se odsunula do uličky	⊙

4	u	ž		u→ž	ž→u	ž→ž	pozn.
(11)	bublání kem. plynu + kapálení	(E)				„To je husly“ (SP) 4 ž odhadují, co se stáhe (A)	
5	ž pěna do dlaní diskuse v pokusu	(Ež)	90		točení na mobil (Hob)	úsměv všech (SP)	
(15)					(V), povzdání z FB	3/4 diskuse v pokusu diskuse, úsměv 4 jiní (SP)	
7	u: ? (17) PROČ BARVA FLAMENE JINÁ	(O)			není pokus		

8	u	ž	u→ž	ž→u	ž→ž	pozn.
(18)	hoření propan-butanu	$E_2$	80			úsměr všech lekly se (někdy takový oheň & plamen) $Sp$ $Sp$
9			ž/hoření video ↓ $rob$ na FB $v$	ž se nakládání $Sp$		po pokusu si těžkou do svácný $Nep$
10						ž dopřít svácný při rozboru pokusu z FB $Nup$ 1 ž - klíč, aby viděta $A$
11	(22) hoření elhera úvod - vla	$E$	70			$Sp$ 4 ž v první lavici FUU SHRDÍ DĚKNE diskuse $Nep$

video  $rob$   
↓  
FB  $v$

diskuse  $Nep$

12	u	ž	u→ž	ž→u	ž→ž	pozn.
			100%	sledují zpomaleny rádnam	(V)	
13	(25) karbid vápenatý → uroka	(T)	50%	sleduje	3 ž jsou na mobilce	(Nep)
14	(27) pokus	(E)	100%	? jak je možný → pěhy	(Dž)	
15				na pokadi běží FB komunikace	(Nep) ž: pobavení z	

(30)

hoření acetylenem + "óóó"  
hlavily projev (Sp)